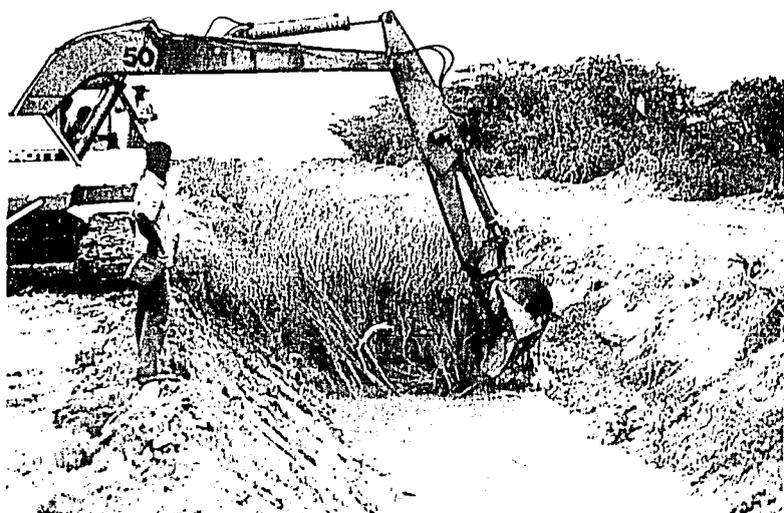
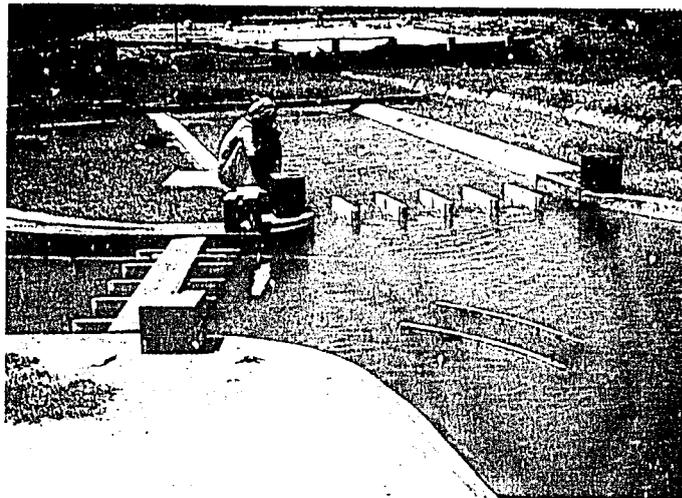


# Recherche Sur L'irrigation et le Drainage

*Proposition pour un  
programme international  
d'amélioration de la  
recherche sur les techniques  
d'irrigation et de drainage  
dans les pays  
en développement*

**Banque mondiale/PNUD**



# Recherche Sur L'irrigation et le Drainage

*Proposition pour un  
programme international  
d'amélioration de la  
recherche sur les techniques  
d'irrigation et de drainage  
dans les pays  
en développement*

Volume I  
avril 1990

Banque mondiale/PNUD  
en collaboration avec la Commission  
internationale des irrigations et du drainage

# Table des matières

iii

	<i>Page</i>
<b>Résumé</b>	iv
<b>Avant-propos</b>	v
<b>Vue d'ensemble</b>	vi
<b>I. Role de l'irrigation et du drainage</b>	1
Objectifs de développement et objectifs sectoriels	1
Tendances récentes et actuelles	2
Les tendances en matière d'irrigation	3
Réhabilitation et modernisation	3
Les tendances en matière de drainage	3
Agriculture durable	4
Productivité et souplesse en agriculture	4
Effets sur l'environnement	5
Problèmes et contraintes rencontrés dans les systèmes d'irrigation et de drainage	6
<b>II. Recherches actuelles</b>	8
Sources des informations	8
Organisation de la recherche-développement dans les pays en développement	8
Capacité de recherche	9
Recherches en cours dans les pays en développement	9
La recherche dans les pays industriels	10
Budgets de recherche	11
<b>III. Les besoins en matière de recherche et développement</b>	12
Objectifs de la recherche-développement	12
Politiques et stratégies	12
Priorités de recherche et d'action	12
Effort de recherche	13
Thème 1 - Modernisation des systèmes d'irrigation et de drainage	14
Thème 2 - Utilisation durable des ressources en terres et en eau	15
Thème 3 - Amélioration des techniques d'entretien	16
Efforts opérationnels	17
Valorisation des ressources humaines	17
Formation de réseaux d'information	18
Performance des systèmes	18
Critères de sélection des priorités	19
<b>IV. Cadre de mise en oeuvre de l'initiative de recherche-développement</b>	20
Structure organisationnelle et fonctions	20
Secrétariat	20
Besoins en personnel	21

# Résumé

## ***Proposition pour un programme international d'amélioration de la recherche sur les technologies d'irrigation et de drainage dans les pays en développement***

vec l'accroissement continu de la population mondiale qui de cinq milliards d'habitants aujourd'hui passera probablement à huit milliards en 2025, l'agriculture irriguée aura un rôle majeur à jouer dans la poursuite des grands objectifs de développement, en particulier pour assurer la sécurité alimentaire, atténuer la pauvreté et améliorer la qualité de la vie dans le monde en développement. Les contraintes imposées par la rareté des terres et de l'eau, et le besoin correspondant d'augmenter la capacité de production des terres d'une manière durable, réclameront des améliorations importantes de l'efficacité et de la souplesse des systèmes d'irrigation et de drainage dans les pays en développement au cours des quelques prochaines décennies. Les innovations et adaptations techniques constitueront deux des éléments essentiels pour obtenir ces améliorations.

La présente proposition représente une première étape vers le lancement, avec un appui international, d'une initiative visant à renforcer la recherche-développement en matière d'irrigation et drainage dans les pays en développement. Elle évalue l'importance de l'irrigation et du drainage pour l'agriculture, examine la situation actuelle de la recherche et identifie les priorités de recherche (moderniser les systèmes, permettre une exploitation durable et améliorer l'entretien) et d'action (valoriser les ressources humaines et organiser des réseaux d'information). Elle présente une esquisse de l'organisation nécessaire à l'exécution de cette initiative et une première définition des fonctions à assurer. Elle fait ressortir également le besoin d'établir une coopération entre les organismes nationaux et internationaux de recherche concernés de manière à ce que l'initiative proposée soit à la fois complémentaire des efforts en cours, économiquement rentable et bien orientée vers la solution des problèmes opérationnels.

# Avant-propos

En 1987, à l'occasion de sa réunion à Casablanca (Maroc), le Comité exécutif de la Commission internationale des irrigations et du drainage (ICID) a demandé à la Banque mondiale de prendre l'initiative d'un effort international en vue d'améliorer et d'étendre la recherche sur l'irrigation et le drainage dans les pays en développement. L'ICID a près de 80 membres actifs parmi lesquels figurent tous les pays dans lesquels se trouvent des systèmes importants d'irrigation et de drainage. Elle a été conduite à prendre cette décision parce qu'il semble qu'actuellement, dans une grande partie du monde en développement, le progrès dans l'application de techniques améliorées d'irrigation et de drainage soit très lent.

En réponse à la demande de l'ICID, la Banque mondiale a préparé un "Examen préliminaire des besoins de recherche dans le domaine de l'irrigation et du drainage" qui a été discuté à une réunion internationale qui s'est tenue les 1er et 2 juin 1989 à Washington avec les représentants d'une vingtaine de pays et de la Banque mondiale. A cette réunion, l'urgence des besoins de recherche et développement en matière d'irrigation a été confirmée et placée dans le cadre plus large des stratégies de développement visant à atténuer la pauvreté, à augmenter les revenus des populations rurales, à créer des emplois et à améliorer la qualité de la vie, avec comme objectifs particuliers :

- L'amélioration de l'efficacité; et
- La durabilité de l'utilisation des ressources.

Les conclusions de cette réunion ont été discutées par le Conseil exécutif de l'ICID qui s'est réuni à Ottawa du 3 au 10 juin 1989. A la suite de ces discussions il a été décidé de préparer la présente proposition dans le but de la présenter aux membres potentiels d'un groupe de bailleurs de fonds à l'occasion d'une réunion des représentants des pays intéressés (pays industrialisés et pays en développement) à convoquer au début de 1990. Le PNUD a accepté de se joindre à la Banque mondiale pour apporter son appui financier à l'élaboration de cette proposition.

La proposition présente un programme visant à renforcer, quantitativement et qualitativement, la recherche et le développement en matière d'irrigation et de drainage dans les pays en développement; en outre, elle expose quelques considérations préliminaires sur les fonctions à définir et l'organisation à mettre en place pour exécuter le programme proposé. Enfin, elle réexamine l'importance de l'irrigation et du drainage dans l'agriculture, évalue la si-

tuation actuelle de la recherche-développement, et identifie des priorités pour la recherche et les plans d'action.

La proposition porte essentiellement sur les questions techniques, c'est-à-dire sur un domaine qui présente actuellement des lacunes importantes. Elles concernent la planification, la conception et le contrôle des systèmes d'irrigation et de drainage (y compris de leurs ouvrages de transport et régulation de l'eau) et les mesures de protection de l'environnement. Il y a des rapports étroits entre un programme de cette nature et les initiatives nationales et internationales concernant la gestion de l'eau et des cultures, notamment celles de l'Institut international de gestion de l'irrigation (IIGI). En outre, la proposition attire l'attention sur la collaboration nécessaire entre les divers organismes s'occupant de l'irrigation en vue de s'assurer que les activités de recherche et développement entreprises soient économiques et répondent aux problèmes pratiques rencontrés sur le terrain.

Cette proposition constitue une première étape vers le lancement, avec un appui international, de l'initiative de recherche-développement proprement dite. Elle a pour but de fournir des informations permettant aux pays participants et aux bailleurs de fonds potentiels de juger l'intérêt qu'il y a à appuyer une telle initiative. Le rapport est accompagné de six annexes qui présentent des données de base et constituent le Volume II.

## Remerciements

La Banque mondiale, le PNUD et l'ICID sont heureux de remercier ici les nombreux pays qui leur ont fourni un appui très actif dans la préparation de cette proposition. Une version précédente a été examinée par des experts et spécialistes envoyés par les Gouvernements du Canada, de la France, des Pays-Bas, du Royaume-Uni et des Etats-Unis, à l'occasion d'un atelier qui s'est tenu à Washington, D.C., en septembre 1989. Le Directeur général de l'IIGI, et des spécialistes de la FAO, de l'USAID et de l'IFPRI ont apporté de précieuses contributions à l'élaboration de cette proposition. Nous tenons à remercier tout particulièrement l'Overseas Development Administration du Royaume-Uni qui a apporté son appui constant aux travaux. Plus de 30 pays ont répondu à une enquête sur les besoins de recherche et les problèmes rencontrés. Les gouvernements de la Chine, de l'Inde et du Soudan ont aimablement permis au personnel de la Banque mondiale de visiter leurs établissements de recherche.

# Vue d'ensemble

## Introduction

On prévoit que la population mondiale passera de 5 milliards d'habitants aujourd'hui à 6 milliards en l'an 2000 et à 8 milliards au moins en 2025 et qu'environ 90 % de l'accroissement se fera dans le monde en développement. En conséquence, il est clair que pendant les décennies à venir, les autorités de décision rencontreront des difficultés majeures pour assurer la sécurité alimentaire, alléger la pauvreté et améliorer la qualité de vie dans les pays en développement. L'expansion durable de la production agricole et l'augmentation des revenus ruraux à laquelle elle contribuera, auront un rôle crucial à jouer dans la résolution de ces difficultés.

L'augmentation de la production agricole dépend de nombreux facteurs sur certains desquels on peut agir par des réformes et dont il faut tenir compte pour traduire le but souhaitable de la croissance agricole en programmes de développement concrets et réalisables. Certains de ces facteurs sont bien connus et sont liés aux incertitudes normales du climat, des prix mondiaux et du commerce international. D'autres facteurs sur lesquels les gouvernements des pays en développement ont une plus grande liberté d'action concernent les incitations aux producteurs, l'accès des agriculteurs à des intrants agricoles et aux marchés, et l'évolution de la demande causée par les changements des habitudes alimentaires quand les revenus croissent dans certaines parties du monde en développement. Ces incertitudes et cette évolution demandent que l'on prête une attention continue, pendant bien longtemps encore, aux réformes et au développement institutionnel, et que l'on fasse des efforts suffisants sur de nombreux fronts pour encourager la productivité et augmenter la souplesse de l'agriculture.

## Une productivité agricole durable

En plus de ces changements et incertitudes, les autorités responsables des pays en développement devront faire face, d'ici la fin du siècle, aux contraintes sévères imposées par la rareté des terres et de l'eau et aux problèmes engendrés par la dégradation de l'environnement.

Dans le passé, les augmentations de la production agricole sont venues de l'expansion des superficies cultivées, de l'intensification des cultures et de l'amélioration des rendements. On observe maintenant des signes évidents que dans de nombreuses parties du monde en développement, en particulier en Asie, au Moyen-Orient et en Afri-

que du Nord, les limites de l'expansion des superficies cultivées ont déjà été atteintes, ou sont près de l'être. Dans ces conditions, l'augmentation des rendements a un rôle critique à jouer dans la croissance agricole.

Il s'avère qu'une croissance annuelle des rendements supérieure à 2,0 % pour l'ensemble de l'agriculture et à 3,0 % pour l'agriculture irriguée sera nécessaire pour atteindre les objectifs prévus. Bien que l'eau ne soit que l'un des intrants nécessaires à l'amélioration des rendements, il est important de remarquer que sa disponibilité fait souvent naître une demande d'autres intrants agricoles. L'eau est l'un des principaux intrants nécessaires à la production des céréales de base dont le rôle est capital pour assurer la sécurité alimentaire. Près de 55 % de la production mondiale totale de blé et de riz proviennent de l'agriculture irriguée et l'on prévoit que cette proportion passera à 65 % d'ici l'an 2000. D'ici l'an 2025, la production vivrière supplémentaire viendra de l'agriculture irriguée dans la proportion d'au moins 80 %.

Dans de nombreuses régions, l'eau aussi devient rare. Il n'y a pas assez d'eau pour maximiser la production agricole et sa qualité se détériore rapidement. Toujours d'ici l'an 2000, l'amenuisement des ressources en eau exploitables, combiné à l'accroissement des besoins industriels et urbains, limiteront fortement les quantités d'eau disponibles pour l'agriculture. L'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau deviendra de plus en plus nécessaire si les exploitants veulent tirer pleinement profit des possibilités de l'agriculture moderne.

En outre, les mesures prises pour améliorer les rendements doivent pouvoir être appliquées durablement sans danger pour l'environnement. L'irrigation produit à la fois des effets positifs et négatifs sur l'environnement. L'agriculture intensive peut réduire les pressions qui poussent à cultiver des terres marginales ou à défricher les forêts et contribuer ainsi à la lutte contre l'érosion des sols, le déboisement et les autres dégradations de l'environnement. La réutilisation efficace et sans danger pour l'environnement des eaux usées et des eaux de drainage en agriculture constitue un moyen d'augmenter la ressource. Par contre, l'intensification de l'irrigation peut accélérer certains effets néfastes, dont la saturation en eau et la salinisation sont les plus sévères. Parmi les autres effets négatifs figurent également les problèmes associés à la prolifération des parasites et à l'augmentation de l'incidence de certaines maladies qui affectent les récoltes ou les populations. En conséquence, il convient de

porter une attention immédiate aux mesures de ce genre pour s'assurer qu'elles permettront un usage durable des ressources en terres et en eau.

Les limites qui s'opposent à l'expansion des superficies, la rareté des ressources en eau et le souci de la durabilité doivent obliger les responsables à réexaminer les forces et faiblesses des politiques actuelles, des technologies existantes, des pratiques des institutions et des méthodes de gestion, de manière à introduire les changements nécessités par les nouvelles possibilités ou restrictions. Il faut résoudre des problèmes sur plusieurs fronts, en particulier sur celui des innovations techniques et des méthodes nouvelles qui permettront d'améliorer durablement l'efficacité des systèmes d'irrigation et de drainage.

L'Institut international pour la gestion de l'irrigation (IIGI) a été créé en vue de promouvoir la recherche-développement en matière de gestion de l'irrigation. La présente proposition s'intéresse particulièrement à l'aspect complémentaire des problèmes de gestion et des problèmes techniques, et montre le besoin d'une initiative bénéficiant d'un appui international et visant à renforcer la recherche dans les pays en développement. Celle-ci couvre la planification, la conception et le contrôle des systèmes d'irrigation et de drainage, notamment les structures de transport et régulation de l'eau, les ouvrages de drainage et les mesures de protection de l'environnement. Elle couvre également les stratégies des institutions (telles que les institutions d'enseignement et de formation) à mettre en oeuvre pour que les innovations et adaptations techniques soient efficaces.

## **Besoin de recherche-développement**

Au cours des 40 dernières années, la superficie des terres irriguées dans le monde a augmenté rapidement, à raison d'environ 2,7 % par an dans l'ensemble, pour atteindre 253 millions d'hectares en 1986. Cependant, dans de nombreux pays en développement, les systèmes d'irrigation et drainage n'ont guère évolué techniquement pendant cette même période. Les enquêtes effectuées au cours de la préparation de la présente proposition montrent que la recherche en matière d'irrigation et de drainage présente de nombreuses lacunes et n'a pas, en général, reçu une attention suffisante de la part des responsables. Les applications pratiques de la recherche n'ont pas été suffisamment confirmées par une adoption

à grande échelle des innovations techniques proposées. En conséquence, dans de nombreux pays en développement, l'agriculture moderne est desservie par des systèmes d'irrigation inefficaces et démodés.

En fait, de nombreux réseaux nouveaux sont encore conçus et réalisés à partir de concepts datant du début du siècle. On constate souvent que même les programmes de réhabilitation continuent à suivre les voies traditionnelles et que beaucoup d'entre eux ont besoin d'être modernisés. Les rendements moyens des principales récoltes sont très en dessous de ceux que l'on pourrait attendre compte tenu des intrants modernes utilisés, en particulier en raison des problèmes concernant la maîtrise de l'eau. Certains de ces concepts, et leurs conséquences, étaient justifiés dans le passé par les coûts relatifs du capital et de la main-d'oeuvre, et par le fait que l'accès à des ressources en terres et en eau était plus facile. Cependant, dans les conditions que nous venons d'évoquer, il faudra intensifier la recherche de techniques rentables et de pratiques de gestion efficaces pouvant être appliquées par les producteurs.

En conséquence, il est nécessaire de disposer d'un programme de recherche-développement élargi visant à adapter les techniques rentables aux nouvelles situations et à stimuler l'innovation dans la conception. Ce programme doit être lié étroitement aux activités des institutions nationales de recherche en matière d'irrigation et de drainage, à celles des organismes internationaux tels que l'IIGI, la FAO, l'IFPRI et l'IRRI, ainsi que des organismes bilatéraux, en vue de collaborer à la solution des problèmes opérationnels.

## **Ressources humaines et financières**

Dans la pratique, les efforts de recherche-développement dépendent du nombre, du type et de l'orientation des chercheurs disponibles d'une part, et de l'étendue de l'engagement financier des gouvernements et bailleurs de fonds d'autre part. Les faits indiquent que les ressources humaines et financières consacrées à la recherche-développement en matière d'irrigation et drainage sont insuffisantes. On constate également des déficiences dans l'utilisation des ressources existantes. Les chercheurs étant peu nombreux il faut résoudre le problème consistant à les orienter vers la recherche de solutions rentables aux problèmes opérationnels. On estime que les dépenses de recherche en irrigation et drainage des pays

en développement se montent à environ 80 millions de dollars par an. A ces dépenses s'ajoutent les contributions en nature des pays industriels, sous forme de transfert vers les pays en développement. Le total cependant est faible par rapport aux besoins, ainsi que par rapport à des investissements annuels d'environ 10 à 12 milliards de dollars en irrigation proprement dite, et à un investissement total accumulé de 800 milliards de dollars, ou par comparaison aux dépenses de recherche agricole dans les pays en développement qui se montaient à environ 2,6 milliards de dollars par an en moyenne au début des années 80.

## Priorités de recherche-développement

Comme en agriculture, la politique et la stratégie de la recherche-développement en matière d'irrigation et drainage doivent être motivées par les grands objectifs de développement. Dans le cadre de ces objectifs, la recherche et les actions dont l'appui est proposé par la présente initiative doivent s'imbriquer dans les programmes du développement national et sectoriel de chaque pays. En même temps, elles doivent répondre aux besoins des usagers, tels qu'ils ressortent des préférences des agriculteurs et des organismes qui les représentent, tels que les associations d'usagers et les organisations non gouvernementales. Elles doivent être sensibles aux conséquences des changements apportés à la conception des projets sur les femmes, quand celles-ci jouent un rôle actif dans l'agriculture. En outre, elles doivent aussi résoudre les problèmes pratiques et opérationnels auxquels doivent faire face les organismes chargés de l'irrigation.

Au stade actuel, il ne conviendrait pas de préparer un inventaire précis des sujets de recherche ou des champs d'action qui puisse constituer la base des travaux à mener dans le cadre de l'initiative proposée. Pour définir ces travaux, il sera préférable de se baser sur les évaluations locales des performances, les recherches en cours, et les critères de choix spécifiques choisis. Néanmoins, il est important d'identifier en termes généraux les grandes priorités de recherche et d'action. Ces priorités peuvent être considérées comme les directions à donner à l'effort de recherche et à l'effort opérationnel.

**Direction d'effort des recherches.** Les priorités qui constituent les éléments de l'effort de recherche ont été choisies sur la base de consultations étendues avec de nombreuses personnalités techniques, scientifiques et

administratives des pays en développement aussi bien que des pays industriels. Elles ont été choisies aussi en raison de leur contribution potentielle à l'atténuation des contraintes mentionnées précédemment. Le poids relatif attribué aux divers thèmes dépendra des besoins particuliers à chaque pays ou région.

Les thèmes de recherche suggérés sont les suivants :

- Modernisation des systèmes d'irrigation et de drainage;
- Utilisation durable des ressources en terres et en eau; et
- Amélioration des techniques d'entretien.

Le premier thème permettra d'attaquer à la base les principaux problèmes rencontrés dans les grands systèmes d'irrigation superficielle du monde en développement. Il concerne surtout le besoin de moderniser les systèmes existants et d'adopter de nouvelles méthodes de conception des systèmes d'irrigation adaptées aux besoins actuels et futurs. En particulier, il comprend la recherche-développement sur les techniques de régulation des réseaux de canaux et sur leurs conséquences pour l'amélioration de l'efficacité des réseaux et les économies d'eau. Il y a des possibilités considérables de collaboration avec plusieurs institutions nationales et internationales comme l'IIIG et la FAO.

Le second thème couvre un groupe de problèmes concernant la durabilité. Alors que, dans son sens large, la durabilité concerne tous les aspects physiques, sociaux et économiques de l'utilisation des ressources, l'initiative proposée se concentre sur les problèmes techniques concernant la saturation en eau et la salinisation. Actuellement, la saturation en eau est un problème très répandu dans toutes les régions du monde. La salinisation par contre concerne surtout les zones arides. La communauté de la recherche agricole et la FAO ont jugé que ces problèmes étaient cruciaux pour l'utilisation durable des ressources en terres et en eau. Dans le cadre du second thème, les recherches traiteront également des problèmes techniques concernant la réutilisation des eaux d'égout et des eaux de drainage en agriculture. Ces recherches offrent la possibilité d'augmenter les ressources en eau et de résoudre le problème de l'utilisation des eaux de qualité inférieure. Cette question fait l'objet d'une attention de plus en plus grande mais il y a de nombreuses lacunes en ce qui concerne l'adaptation des

techniques déjà disponibles ou nouvelles. Dans le cadre de ce thème de recherche, il sera également nécessaire d'établir des liens avec les organismes qui participent à des recherches sur les rapports de l'irrigation avec la santé publique, de manière à en tenir compte dans les recherches techniques proprement dites.

Le troisième thème concerne les problèmes d'entretien. Au niveau de la conception, les recherches en vue d'éviter la sédimentation, de réduire la croissance des mauvaises herbes, d'empêcher l'érosion des berges, de lutter contre la prolifération des vecteurs de maladies, tout en offrant par elles-mêmes des taux de rentabilité intéressants, auront également pour effet d'améliorer l'entretien et la gestion, et de les rendre plus économiques.

#### **Direction d'effort des activités opérationnelles.**

L'initiative proposée suggère deux champs d'action prioritaires au niveau de l'exécution. Ce sont :

- La valorisation des ressources humaines; et
- La formation de réseaux d'information.

La conception et la mise en oeuvre réussies d'un plan de recherche-développement dépend du nombre, de l'orientation et de la qualité des chercheurs. Notre enquête a confirmé l'idée que les chercheurs en matière d'irrigation et drainage ne constituent qu'un petit groupe dans l'ensemble des chercheurs s'occupant du développement des ressources en eau. En outre, il faut accroître les capacités d'évaluation des technologies, rechercher celles qui conviennent le mieux et étudier les moyens de les adapter aux conditions locales. La valorisation des ressources humaines tient une place importante, tant pour le renforcement durable des capacités locales de recherche-développement, que pour la conduite des recherches elles-mêmes dans le cadre des thèmes proposés.

De nombreuses institutions nationales et internationales sont déjà actives à tous les niveaux de la recherche et même des techniques d'application. Une coopération avec ces institutions est nécessaire si l'on veut que les activités de l'initiative proposée soient intégrées aux programmes en cours dans le secteur. Il y a des possibilités considérables encore inexploitées dans le domaine des échanges d'informations, d'expériences et de résultats des recherches. Pour les faciliter, l'initiative proposée envisage d'encourager la formation de réseaux entre les institutions appartenant à des pays ou régions différents

mais partageant un intérêt à des problèmes de recherche communs.

### **Critères de choix des priorités**

L'initiative proposée, comme toutes celles qui concernent la recherche-développement, doit être vue dans le contexte d'un vaste ensemble d'activités liées entre elles et, à ce titre, doit satisfaire les critères suivants, si l'on veut qu'elle aille dans le sens du but recherché :

- Etre sélective, de manière à concentrer les ressources sur les problèmes les plus importants et à combler les principales lacunes des programmes de recherche-développement;
- Eviter les doubles emplois afin d'utiliser efficacement les ressources;
- Mettre l'accent sur les solutions économiques et sur l'adaptation de techniques existantes aux conditions locales des pays en développement;
- Choisir les sujets de recherche susceptibles d'apporter les plus grands avantages, compte tenu du rendement de l'investissement, des délais d'obtention des résultats, de la probabilité de réussite et de l'impact sur la production agricole.

### **Cadre opérationnel**

A la lumière des besoins actuels des pays en développement, des résultats des programmes de recherche dans chaque pays et de leurs lacunes, la première étape de l'initiative proposée doit mettre l'accent sur la mise au point de programmes régionaux et nationaux spécifiques et de projets de recherche centrés sur les thèmes essentiels. Elle doit également mettre l'accent sur l'éducation et la formation du personnel, en même temps que sur la formation de réseaux permettant de faciliter les transferts technologiques et les échanges d'informations et d'expériences entre les pays et institutions.

Il est proposé que l'initiative soit appuyée par un Secrétariat dont les fonctions, suivant les moyens disponibles, pourront être les suivantes : 1) encourager la recherche d'innovations techniques en matière d'irrigation et de drainage, et faciliter leur adaptation dans les pays en développement; 2) sur demande, aider les pays participants à formuler leur politique de recherche, leurs stratégies et leurs projets particuliers; 3) accroître les capacités de

recherche-développement en valorisant les ressources humaines; 4) organiser et coordonner des réseaux autour de thèmes généraux ou de sujets particuliers, de manière à élargir l'accès aux résultats des recherches et aux renseignements qui s'y rapportent; 5) servir de point de contact et de centre d'échange des renseignements entre les bailleurs de fonds et les emprunteurs de manière à faciliter l'acheminement des ressources vers les usagers prioritaires; et 6) encourager la collaboration avec les autres organismes nationaux, bilatéraux et internationaux engagés dans des recherches en rapport avec l'irrigation.

Le présent rapport comporte également quelques indications sur la façon dont le Secrétariat pourrait être géré. Il est suggéré que ses travaux soient orientés par un Conseil consultatif pluridisciplinaire, par le Groupe des bailleurs de fonds qui appuieront l'initiative par l'intermédiaire d'un Comité directeur, et par des groupes d'experts constitués autour des thèmes généraux.

Il est proposé que le Secrétariat soit dirigé par un Secrétaire général, aidé par une équipe de coordinateurs chargée des différentes tâches prévues au programme de recherche, et par un spécialiste de l'informatique pour assurer le fonctionnement pratique des réseaux. En plus, d'autres spécialistes seront nécessaires pour promouvoir

efficacement les recherches et l'organisation des réseaux mais ces besoins dépendront du niveau de participation de chaque pays ou région d'une part, et des travaux des autres organismes concernés dans ces pays ou ces régions d'autre part.

La composition du Secrétariat, son organisation en vue de la planification, du suivi et du contrôle, et les effectifs dépendront : 1) du nombre de demandes d'aide en provenance des pays en développement; 2) du degré d'accord sur la façon d'aborder les recherches envisagées dans la présente proposition; 3) de l'importance de l'appui des bailleurs de fonds; et 4) du degré d'engagement à collaborer et à s'associer de la part des nombreux organismes concernés.

En définitive, ce sont cette collaboration et cette association qui permettront de mieux voir l'ensemble des problèmes auxquels les producteurs et les organismes d'irrigation sont confrontés. On est en droit d'espérer que l'initiative proposée, combinée avec les autres efforts nationaux et internationaux, apportera une contribution importante à la réalisation des grands objectifs de sécurité alimentaire, d'atténuation de la pauvreté et d'amélioration de la qualité des conditions de vie, grâce à une agriculture plus productive et plus durable.

# I. Role de l'irrigation et du drainage

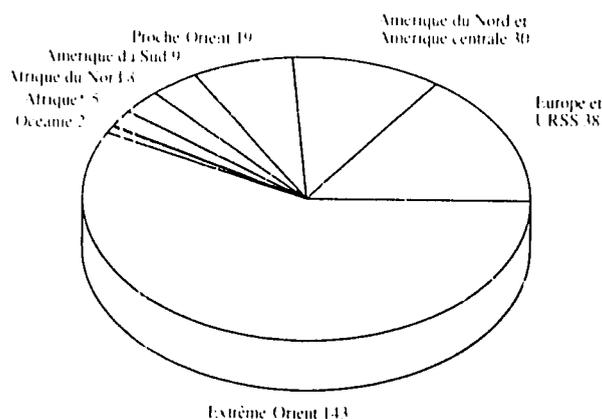
## Objectifs de développement et objectifs sectoriels

On prévoit que la population mondiale passera de 5 milliards d'habitants aujourd'hui à 6 milliards en l'an 2000 et à 8 milliards au moins en 2025 et qu'environ 90 % de l'accroissement se fera dans le monde en développement. En conséquence, parvenir à la sécurité alimentaire, atténuer la pauvreté et améliorer la qualité de la vie dans les pays en développement, sont des objectifs qui continueront à poser des problèmes majeurs aux autorités responsables pendant bien longtemps encore. L'expansion durable de la production agricole et des revenus ruraux à laquelle elle contribuera auront un rôle crucial à jouer dans la résolution de ces difficultés. Sans expansion agricole, l'accroissement de la population sera beaucoup trop fort par rapport à la productivité actuelle de la base de ressources. L'incidence de la malnutrition augmentera, les pressions qui s'exercent sur les terres agricoles margi-

nales et sur les forêts monteront et l'exode rural intensifiera les besoins des milieux urbains déjà surchargés.

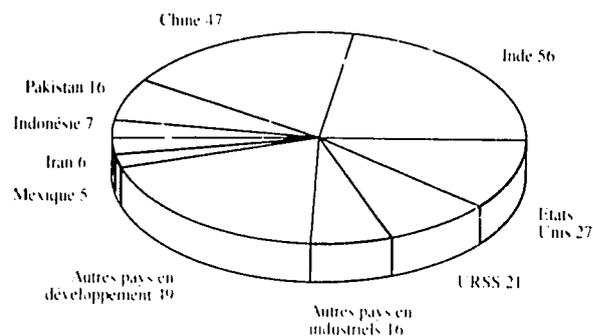
L'eau, en quantité et qualité suffisantes, appliquée au bon moment, a un rôle important à jouer - au même titre que les semences, les engrais et les autres intrants - dans l'amélioration de la productivité agricole. Les faits montrent qu'il faudra atteindre des taux moyens de croissance des rendements supérieurs à 2,0 % dans l'ensemble de l'agriculture et à environ 3,0 % dans l'agriculture irriguée pour répondre à la demande et assurer à la sécurité alimentaire des populations. Etant donné les limites à prévoir dans l'expansion des superficies cultivées, c'est l'augmentation de la productivité et de la souplesse de l'agriculture permise par l'irrigation qui devra jouer un rôle de plus en plus important au cours des décennies à venir. En même temps, les efforts d'amélioration de la productivité devront se placer dans le contexte d'une rareté croissante de l'eau et de la dégradation de l'environnement.

Figure 1  
Superficies Irriguées Dans Le Monde en 1986  
par région  
(millions d'hectares)



\* Sans l'Afrique du Nord.  
Source: FAO.

Figure 2  
Principales zones irriguées en 1986  
par pays  
(millions d'hectares)



Source: FAO, ICID.  
Remarque: Chiffres arrondis au million d'hectares le plus proche.

## Tendances récentes et actuelles

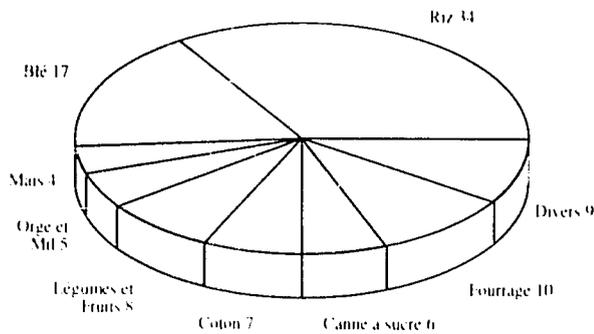
### Généralités

Les superficies irriguées globales<sup>1</sup> dans le monde sont indiquées, par régions, à la figure 1. Sur un total de 253 millions d'hectares en 1986, environ 185 millions d'hectares soit 73 % se trouvaient dans les pays en développement (figure 2). On estime qu'environ 60 % des superficies irriguées situées dans les pays en développement sont consacrées à la production de céréales alimentaires, les superficies cultivées en riz représentant à elles

seules près de 70 millions d'hectares, soit un tiers de toutes les superficies irriguées (figure 3).

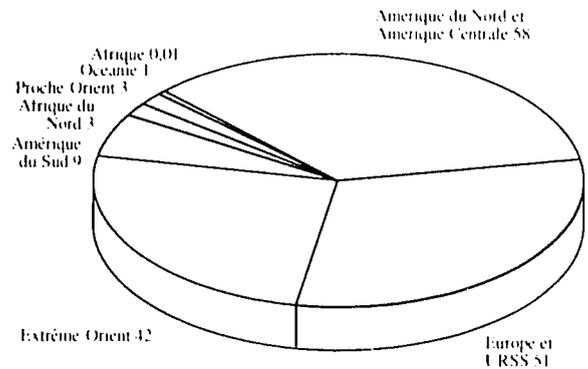
Les estimations des superficies drainées et protégées contre les inondations dans le monde sont données à la figure 4. Les statistiques disponibles sont rares et imprécises. Contrairement à ce qui se passe pour l'irrigation, les deux tiers des superficies drainées et protégées contre les inondations se trouvent dans les pays industriels. Le drainage concerne surtout l'évacuation des eaux superficielles en excédent et relativement peu la lutte contre la saturation en eau et la salinisation du sous-sol.

Figure 3  
Superficies irriguées, par récolte  
Pays en développement, 1980-85  
(pourcentages)



Source: FAO, IRRI, CIMMYT.

Figure 4  
Superficies protégées par drainage ou par des ouvrages  
contre les inondations par régions  
(million d'hectares)



Source: CHD et autres sources

Remarque: Chiffres arrondis au million d'hectares le plus proche.

1. Par superficie irriguée globale, on entend les superficies équipées et susceptibles d'être irriguées à un moment ou à un autre. Elles comprennent des terres cultivées, des terres en jachère et toutes les terres qui ne sont pas irriguées pour des raisons temporaires telles que réhabilitation, dessalement ou remise en valeur après inondations.

### *Les tendances en matière d'irrigation*

De 1953 à 1970, on a assisté à une expansion rapide des superficies irriguées globales, à raison d'environ 5 millions d'hectares par an. De 1970 jusqu'aux premières années 80, l'expansion a encore été assez impressionnante, avec 4 millions d'hectares ajoutés chaque année. Pour l'ensemble de la période allant de 1950 à 1982, deux pays, l'Inde et la Chine ont aménagé près de 60 millions d'hectares pour l'irrigation, contribuant ainsi à plus d'un tiers du total de l'expansion mondiale des terres irriguées pendant cette même période (150 millions d'hectares environ).

Depuis le début des années 80, le taux d'expansion a baissé. Il y a peu de statistiques fiables pour cette période récente mais on estime qu'actuellement, l'expansion ne dépasse pas 2 millions d'hectares par an pour l'ensemble du monde.

Les raisons du déclin récent de l'expansion de l'irrigation sont en partie économiques - baisse des cours des produits agricoles, baisse des investissements dans l'irrigation - et en partie physiques en ce sens que les possibilités d'expansion diminuent faute de ressources en terres et en eau. Il y a eu aussi une politique consistant à augmenter la production à partir des systèmes d'irrigation existants, plutôt que par expansion latérale. En outre, certaines régions desservies par les eaux souterraines, en particulier les grandes plaines des États-Unis et les plaines du Nord de la Chine et de certaines parties de l'Inde, souffrent de pompages excessifs si bien que les superficies irriguées ont dû être réduites. Dans certains pays, tels que l'Algérie, la Chine et l'Égypte, l'infrastructure urbaine empiète sur les terres arables.

### *Réhabilitation et modernisation*

Chez les responsables des décisions, la tendance actuelle est à l'augmentation des ressources consacrées à la réhabilitation et à la modernisation des systèmes d'irrigation dans le but d'augmenter les intensités et les rendements des cultures à partir du patrimoine existant. Ceci a pour effet de détourner des ressources qui iraient normalement à des projets d'expansion latérale pour les orienter vers des projets de réhabilitation et modernisation des systèmes existants, ou de rattrapage des travaux d'entretien différés.

Certains programmes de réhabilitation comportent des éléments de modernisation mais, ces programmes, quand ils ne découlent pas directement d'innovations ou adaptations techniques, sont difficiles à formuler. La tâche de réhabilitation et modernisation des systèmes existants est énorme et devra se poursuivre pendant de nombreuses décennies. Même les travaux les plus urgents demanderont vingt à trente ans pour leur réalisation. On estime que la proportion des systèmes d'irrigation traditionnels ayant besoin de réhabilitation dans le monde varie de 50 à 70 % et que presque tous les réseaux ont besoin d'être modernisés, au moins dans une certaine mesure. La Chine en est aux premiers stades d'un programme vigoureux de réhabilitation et de modernisation, associé à un programme de recherche-développement substantiel. Certains pays, par exemple l'Égypte, la Jordanie et la Thaïlande, ont déjà entrepris de gros investissements de modernisation de leurs systèmes d'irrigation et drainage dans le but de résoudre les problèmes de rareté de l'eau et de répondre aux besoins de diversification. Mais il reste beaucoup à faire pour évaluer et adopter les techniques nécessaires. Le drainage, le contrôle de la salinité et l'évacuation des sels constituent une partie importante des projets de réhabilitation et de modernisation. Au fur et à mesure que l'intensité de l'irrigation augmente, le besoin de lutter contre la saturation en eau et la salinisation du sol par un drainage approprié augmente lui aussi.

### *Les tendances en matière de drainage*

Le drainage, qu'il soit superficiel ou souterrain, s'est développé rapidement dans les pays industriels au cours des deux derniers siècles. Ce n'est pourtant que vers la fin du siècle dernier que l'on a commencé à lui accorder une certaine importance dans les pays en développement. Les premiers ouvrages ont été réalisés dans les deltas d'Asie et dans d'autres zones irriguées nouvellement aménagées. Cependant, jusqu'assez tard dans le siècle présent, le drainage souterrain n'a tenu qu'une place très modeste. Naturellement, les ingénieurs de cette époque avaient des raisons pour ne pas se presser d'introduire le drainage dans les systèmes d'irrigation. Dans les zones arides, les intensités culturales étaient souvent faibles et la nappe phréatique se trouvait souvent très en dessous de la zone des racines. Dans les zones humides, le choix des cultures portait sur celles qui toléraient les inondations périodiques. Dans ces conditions, il était logique de repousser les investissements de drainage jusqu'à ce que le besoin se fasse sentir.

Dans les zones irriguées anciennes, les conditions ont évolué fortement au cours des cinquante dernières années. En de nombreux endroits, le niveau de la nappe phréatique a monté suffisamment pour causer des problèmes de saturation en eau. Dans les climats secs, ceci entraîne aussi une salinisation excessive de la zone des racines avec une baisse correspondante des rendements, voire, dans les cas les plus sérieux, l'abandon des terres. Dans les zones humides, les pressions économiques poussent à diversifier les récoltes, c'est-à-dire en fait, à abandonner la quasi monoculture du riz. Dans les zones sujettes à des inondations périodiques, comme c'est le cas au Bangladesh et dans certaines parties de l'Inde, les pressions démographiques et le besoin de se tourner vers une agriculture plus intensive (et donc d'utiliser plus d'intrants) conduisent à porter une attention plus grande à la lutte contre les inondations et aux moyens d'en atténuer les conséquences.

## Agriculture durable

Pendant la période allant de 1960 au milieu des années 1980, le secteur agricole dans son ensemble a connu un taux de croissance sans précédent. La production vivrière, sous l'impulsion d'abord des nouvelles technologies restées en attente d'application pendant la seconde guerre mondiale, puis des succès de la recherche agricole, a avancé fermement de 1950 au début des années 80, et continue à avancer depuis, bien qu'à un rythme moindre, comme le montre le tableau 1.

Dans les pays en développement d'Asie, la croissance de la production vivrière au cours de la période 1961-80 a été d'environ 3,1 % par an (y compris la Chine : 4,1 %). Même sans la Chine, le taux de la croissance annuelle a été de 2,7 % par an, soit un peu plus que la croissance démographique. Cependant, ces résultats peuvent facilement conduire à un optimisme injustifié. En fait, il y a des différences régionales et locales considérables en ce qui concerne la production totale, la production par habitant, les rendements, le degré d'insécurité alimentaire et la consommation. Dans de nombreuses parties d'Asie, d'Afrique subsaharienne et d'Amérique latine, 25 à 50 % des habitants ruraux continuent à vivre dans la pauvreté et à ne pas manger à leur faim. Pendant longtemps encore, l'agriculture restera la principale source de revenus et d'emplois pour la majorité de la population des pays à faible revenu.

**Tableau 1**  
**Taux de croissance annuelle de la**  
**production vivrière**  
(Pourcentages)

Région	1961-70	1970-80	1980-87
Monde entier	2,9	2,3	2,1
Pays industrialisés	2,1	2,0	0,9
URSS/Europe de l'Est	3,4	1,4	1,9
Pays en développement*	2,8	2,7	2,4
Afrique du Nord	2,9	1,8	3,4
Afrique subsaharienne	2,9	1,3	2,4
Amérique latine	2,8	3,1	1,9
Proche-Orient	3,0	3,4	2,6
Asie du Sud	2,3	2,2	2,2
Asie du Sud-Est	3,0	4,0	3,3
Chine	5,7	3,6	4,8

\*Sans la Chine

Source : Ministère de l'agriculture des Etats-Unis, 1989.

## Productivité et souplesse en agriculture

L'augmentation de la production agricole dépend de nombreux facteurs sur certains desquels on peut agir par des réformes et dont il faut tenir compte pour traduire le but souhaitable de la croissance agricole en programmes de développement concrets et réalisables. Certains de ces facteurs sont bien connus et sont liés aux incertitudes normales du climat, des prix mondiaux et du commerce international. D'autres facteurs sur lesquels les gouvernements des pays en développement ont une plus grande liberté d'action concernent les incitations aux producteurs, l'accès des agriculteurs à des intrants agricoles et aux marchés, et l'évolution de la demande causée par le changement des habitudes alimentaires quand les revenus croissent dans certaines parties du monde en développement. Ces incertitudes et cette évolution demandent que l'on prête une attention continue, jusque bien avant dans le siècle à venir, aux réformes et au développement institutionnel, et que l'on fasse des efforts suffisants sur de nombreux fronts pour encourager la productivité et augmenter la souplesse de l'agriculture.

En plus de ces changements et incertitudes, les autorités responsables des pays en développement devront faire face, d'ici la fin du siècle, aux contraintes sévères impo-

sées par *la rareté des terres et de l'eau* et aux problèmes engendrés par *la dégradation de l'environnement*.

Cependant, les possibilités d'expansion des terres arables diminuent. Il en reste peu d'inutilisées en Afrique du Nord et au Proche-Orient. Il n'y a guère non plus de possibilités d'expansion en Extrême-Orient. En Inde, par exemple, les terres arables sont effectivement exploitées à 100 %. Au Bangladesh, la proportion est de 97 % et elle est de plus de 80 % au Pakistan, aux Philippines et en Thaïlande. Ce n'est qu'en Afrique subsaharienne et en Amérique du Sud qu'il y a encore de grandes possibilités d'expansion.

En conséquence, l'augmentation des rendements - qui devra atteindre des niveaux sans précédent - aura un rôle essentiel à jouer pour assurer la production supplémentaire nécessaire. L'obtention de taux de croissance des rendements moyens supérieurs à 2,0 % pour l'ensemble de l'agriculture des pays en développement sera essentielle si l'on veut faire face aux conséquences de la croissance démographique et de l'augmentation des revenus.

Compte tenu de l'expérience passée, l'objectif d'une croissance annuelle des rendements de 2,0 % pour l'ensemble de l'agriculture sera difficile à atteindre. Pour y parvenir, il faudrait qu'ils augmentent d'environ 3,0 % par an dans l'agriculture irriguée. Dans certaines régions, il faudrait même atteindre des chiffres plus élevés, rien que pour assurer la sécurité alimentaire. Dans l'ensemble du monde en développement, l'agriculture irriguée a apporté une contribution considérable à l'augmentation de la production agricole au cours des dernières décennies. La FAO estime qu'au cours des années 60 et 70 environ la moitié de l'augmentation de la production agricole mondiale venait de zones nouvellement irriguées ou réhabilitées. Dans les pays en développement d'Asie, les zones irriguées ont contribué à environ 80 % de la production vivrière supplémentaire. On prévoit que cette tendance devrait se poursuivre pendant le siècle prochain.

Dans de nombreuses régions, le problème de la rareté des terres est encore aggravé par les pénuries d'eau à prévoir. Il n'y a pas assez d'eau pour maximiser la pro-

duction et sa qualité se détériore rapidement. Toujours d'ici l'an 2000, l'amenuisement des ressources en eau restantes, combiné à l'accroissement des besoins industriels et urbains limiteront fortement les quantités d'eau disponibles pour l'agriculture<sup>2</sup>. L'amélioration de l'efficacité de l'utilisation de l'eau deviendra de plus en plus nécessaire si les exploitants veulent tirer pleinement profit des possibilités de l'agriculture moderne.

Au fur et à mesure que l'on approche des limites des ressources en terres et en eau dans de nombreux pays en développement, la gravité des déficits de la production vivrière qui risquent de se manifester dès la fin du siècle devient plus inquiétante. Cette situation concerne particulièrement les pays en développement qui dépendent fortement de l'irrigation. En plus de la limitation des ressources en terres et en eau vient se greffer l'impression que les taux de croissance des rendements des récoltes sont en train d'atteindre un palier et qu'il n'y a peut-être pas de nouvelles percées technologiques à l'horizon pour relancer une nouvelle période de croissance dans un avenir prévisible. Les promesses de la biotechnologie sont encore incertaines dans la pratique.

### *Effets sur l'environnement*

Faire progresser la productivité et accroître la souplesse de l'agriculture est une tâche rendue encore plus difficile quand on considère que l'augmentation des rendements doit être accompagnée par des mesures destinées à assurer un usage durable des ressources et à préserver les écosystèmes. Les effets de l'irrigation sur l'environnement peuvent être en même temps positifs aussi bien que négatifs. Du côté positif, l'intensification des cultures sur les terres irriguées réduit les pressions sur les terres marginales et les forêts, ce qui contribue notablement à limiter les dégâts dus à l'érosion des sols, au déboisement et aux autres dégradations. Dans les pays en développement, l'agriculture irriguée augmente la capacité de la terre à porter des récoltes et fournit un cadre permettant de développer efficacement des activités rurales à fort coefficient de main-d'oeuvre. Elle permet en outre d'arrêter l'exode rural, comme cela s'est vu récemment

2. A long terme, aux contraintes déjà imposées actuellement par la rareté de l'eau, s'ajouteront les effets du réchauffement mondial mais ces effets n'ont pas encore été évalués avec suffisamment de précision pour qu'on puisse en tenir compte dans la planification de l'irrigation au niveau régional.

en Thaïlande et au Maroc. Dans de nombreuses parties du monde en développement, il y a des avantages substantiels à réduire la charge imposée par la détérioration rapide de l'environnement urbain.

L'intensification de l'agriculture irriguée produit également des effets néfastes sur l'environnement. Parmi ceux-ci, la saturation en eau et la salinisation des sols sont les plus dangereux pour les rendements. Les ingénieurs doivent surmonter des difficultés considérables pour drainer les terres rizicoles des zones humides d'Asie et les sols salinisés des zones arides et semi-arides. Dans de nombreuses parties d'Asie, à l'exemple du Japon, le drainage est introduit dans le cadre de programmes de diversification des récoltes. Dans les régions alimentées par l'eau stagnante des canaux et des drains, on observe également d'autres effets potentiellement néfastes, qui peuvent conduire en particulier à des problèmes de santé publique comme le paludisme et la bilharziose. La saturation en eau et la salinisation des sols réclament de vastes programmes de recherche-développement, appuyés par des essais à grande échelle sur des ouvrages prototypes.

L'accroissement de la demande d'eau pour les usages industriels et urbains pose également des problèmes pour écouler efficacement et sans danger pour l'environnement les eaux d'égout et les eaux de drainage. L'emploi de techniques appropriées pour réutiliser les eaux usées au profit de l'agriculture pourrait augmenter les ressources en eau disponibles et en améliorer la qualité.

## **Problèmes et contraintes rencontrés dans les systèmes d'irrigation et de drainage**

La contribution attendue de l'irrigation et du drainage pour améliorer la productivité agricole, assouplir la production et protéger l'environnement ne peut se réaliser si les problèmes physiques et techniques des systèmes d'irrigation et de drainage, et les contraintes auxquelles ils sont soumis, ne sont pas surmontés<sup>3</sup>. Dans de nombreux cas, les problèmes techniques se sont accumulés et leurs effets néfastes sur les performances s'aggravent sans cesse parce que ces problèmes n'ont pas été résolus, ou

que les solutions apportées n'ont pas été efficaces, ou encore parce que l'entretien a été négligé et la modernisation retardée. Parmi ceux qui réclament que l'on mette sur pied d'urgence de grands programmes de recherche-développement, on doit mentionner les suivants:

- *Pénurie d'eau à la source.* Cette situation se rencontre dans la plus grande partie du centre et du sud de l'Inde, sur l'île de Java, dans la vallée du Nil, dans la plupart des pays du Moyen-Orient, en Afrique du Nord, au Mexique, dans une grande partie de la Chine et dans beaucoup d'autres parties de l'Asie où les cours d'eau sont presque complètement aménagés. Dans certains cas, les quantités d'eau disponibles pour l'agriculture ont même diminué en raison de la concurrence du développement industriel et urbain. Le problème de la pénurie d'eau peut être atténué partiellement en utilisant plus efficacement les ressources, ce qui peut demander la modernisation des réseaux de canaux pour permettre d'adopter des systèmes d'exploitation et de gestion plus efficaces (voir le Thème 1 au Chapitre III).

La ressource peut être augmentée par la réutilisation des eaux perdues ou usées. Quand elles ne sont pas traitées, les eaux d'égout et de drainage posent de sérieux risques sanitaires et, à long terme, la pollution par les eaux usées présente des problèmes de qualité pour les usagers en aval (voir le Thème 2 au Chapitre III).

- *Mauvaise régulation des canaux.* Ce problème se rencontre presque partout en Asie et dans certaines parties du Moyen-Orient et d'Amérique du Sud. Il résulte : a) d'une demande actuelle trop importante, imposée à des systèmes conçus à l'origine pour des intensités de culture plus faibles et des ressources en eau plus abondantes; b) de l'insuffisance des moyens de contrôle de l'eau; c) de la faiblesse de la gestion de la distribution; et d) de la détérioration de l'infrastructure. La mauvaise régulation des canaux a des conséquences sérieuses sur la production agricole. Dans les zones rizicoles elle empêche d'adopter des variétés à haut rendement et de diversifier les récoltes. Dans les zones de polyculture, elle constitue l'un des principaux facteurs qui font baisser le rendement des nouvelles variétés bien en dessous de leur potentiel. Le manque de capacité des canaux est un problème lié étroitement à celui de la régulation; il consti-

3. Il y a des problèmes non moins importants qui relèvent du domaine de l'exploitation et de la gestion des systèmes d'irrigation et dont s'occupent actuellement diverses institutions de recherche, en particulier l'IIIGL.

tue une contrainte qui s'applique à de vastes régions d'Asie (voir le Thème 1 au Chapitre III).

• *Salinité et teneur excessive en eau (saturation)*. Cette "double menace" est essentiellement un problème rencontré dans les régions arides telles que le bassin de l'Indus, les hautes plaines du Gange, le Moyen-Orient et les zones arides et semi-arides de Chine. Il a des conséquences graves, ou même destructives, sur la production agricole. La salinisation est surtout le résultat d'une saturation en eau causée par le manque de drainage et une mauvaise gestion de l'eau. Elle engendre des problèmes qui sont parmi les plus difficiles et les plus compliqués à résoudre et qui touchent aux possibilités de tirer durablement une production des terres irriguées dans les zones arides (voir aussi le Thème 2 au Chapitre III).

La saturation en eau seule (causée par un drainage insuffisant) est plus répandue que la "double menace". Le manque de drainage constitue peut-être la plus sérieuse des entraves à la production du paddy en Asie, conduisant à des baisses de rendement de 30 % et plus. L'un des principaux obstacles qui limitent le développement du drainage concerne l'évacuation des effluents qui sont le plus souvent pollués par des sels et des produits chimiques agricoles. Les eaux de drainage, en s'écoulant vers l'aval, atteignent d'autres usagers, qu'ils appartiennent au même pays ou à un autre pays riverain. Malgré les progrès techniques réalisés récemment dans les pays industriels, il reste de nombreux problèmes d'application aux pays en développement. Ces problèmes concernent l'amélioration de la base géotechnique et la recherche de la meilleure combinaison possible de matériaux, méthodes de construction et tracé des réseaux dans chaque situation (voir le Thème 2, au Chapitre III).

### **Problèmes et contraintes rencontrés dans les systèmes d'irrigation et de drainage**

- Pénurie d'eau à la source
- Mauvaise régulation des canaux
- Salinité et saturation en eau
- Faiblesse de l'exploitation et entretien

• *Faiblesse de l'exploitation, de l'entretien et de la gestion*. La conception de nombreux systèmes d'irrigation ne tient pas suffisamment compte des fonctions exploitation et entretien. Dans le passé, ces fonctions étaient prévues normalement mais les pratiques se sont démodées, n'ont pas suivi l'évolution vers de plus grandes intensités de culture et vers l'usage combiné des eaux souterraines et des eaux de surface, et ne se sont pas adaptées aux nouvelles méthodes de gestion nécessitées par la rareté croissante de l'eau (voir le Thème 3 au Chapitre I.).

En plus des problèmes ci-dessus qui sont en rapport direct avec l'eau, il y a de nombreuses autres contraintes. Elles comprennent : des intrants agricoles insuffisants, une infrastructure médiocre, des moyens de commercialisation peu efficaces, des prix dissuasifs, etc. Parmi les problèmes en rapport plus direct avec les moyens d'irrigation et de drainage proprement dits figurent le coût du développement et la viabilité économique. Au

fur et à mesure que l'irrigation s'étend à des zones marginales, les coûts montent à des niveaux qui ne permettent qu'une faible rentabilité du capital. Ce problème est encore plus contraignant pour les ouvrages de drainage et autres ouvrages similaires destinés à satisfaire les conditions imposées par l'environnement et qui, de ce fait, se trouvent économiquement désavantagés parce que leurs bénéfices ne se réalisent en général qu'à long terme.

Les problèmes et contraintes mentionnés ci-dessus présentent des difficultés majeures à tous ceux qui s'occupent de recherche-développement. Quelques-uns des principaux efforts entrepris par les institutions nationales et internationales de recherche-développement pour les résoudre sont présentés au chapitre suivant.

## II. Recherches actuelles

### Sources des informations

Les informations présentées dans ce chapitre ont été tirées de nombreuses sources, notamment des réponses à un questionnaire de la CHD envoyé aux pays membres, et des renseignements complémentaires ramenés par des missions spéciales de la Banque mondiale qui se sont rendues en Inde, en Chine et au Soudan. En outre, plusieurs organismes bilatéraux ont apporté une aide sous forme d'accès à leurs documents et de partage de leur expérience en matière de recherche. Le but de cet exposé consiste à montrer comment la recherche a été formulée et exécutée jusqu'à présent. Les données de base et les conclusions principales sont présentées au Volume II.

### Organisation de la recherche-développement dans les pays en développement

L'importance attachée à la recherche en matière d'irrigation et de drainage dans les pays en développement reflète, en gros, l'échelle et la complexité de l'agriculture irriguée dans les pays concernés.

Dans les pays où les superficies irriguées sont relativement modestes et où il n'existe pas d'institutions spécialisées, la recherche-développement en matière d'irrigation est conduite par les établissements de recherche agricole. Bien que cette solution puisse convenir quand le volume des travaux à effectuer est insuffisant pour justifier un organisme séparé, elle comporte deux risques principaux. Premièrement, quand l'agriculture pluviale domine, les recherches sur l'irrigation risquent de ne bénéficier que d'une faible priorité et, deuxièmement, les recherches sont limitées aux aspects agronomiques. L'organisation d'établissements régionaux, comme le Comité interafricain d'études hydrauliques (CIEH) en Afrique de l'Ouest par exemple, constitue un moyen de résoudre ces problèmes. La recherche-développement peut aussi être conduite directement par un service de l'État, parfois sous les auspices d'un organisme national chargé de l'irrigation.

Il y a des organisations de recherche spécialisées en agronomie des terres irriguées, en irrigation et en techniques des ressources en eau, dans la plupart des pays où le rôle de l'irrigation est important. Dans certaines situations complexes où il y a un grand nombre de réseaux d'irrigation anciens, des institutions séparées ont été créées

pour s'occuper de sujets particuliers; le "Water Research Center" (Centre de recherches sur l'eau) en Egypte, avec ses onze instituts dont chacun couvre un aspect particulier de l'exploitation des ressources en eau, en est un exemple. La Chine, l'Inde et le Pakistan ont aussi des instituts de recherche spécialisés. Parallèlement aux instituts spécialisés, les universités nationales conduisent également des recherches.

Dans les pays en développement, la contribution du secteur privé aux recherches en matière d'irrigation et de drainage a été limitée parce que les périmètres d'irrigation, qui sont souvent exploités en agriculture extensive et dont la production ne représente pas une grosse valeur, n'offrent pas une incitation commerciale suffisante. En fait, la participation du secteur privé n'a été importante que dans les pays qui ont accès à des marchés pour des récoltes de rapport de plus grande valeur marchande, comme le Brésil, la Jordanie, le Maroc et le Mexique.

Dans de nombreux pays en développement, les recherches sont conduites avec l'aide d'organisations des pays industriels, en général au titre d'accords d'aide bilatéraux ou internationaux. Les travaux sont exécutés principalement par des bureaux d'étude ou des organismes spécialisés. Cependant, certains pays industriels ont des institutions publiques créées spécifiquement pour les travaux à l'étranger. C'est le cas de l'Office de la recherche scientifique et technique d'outremer (ORSTOM) et du Centre international de recherche agricole pour le développement (CIIRAD) en France, et de l'*Overseas Development Unit of Hydraulics Research* à Wallingford au Royaume-Uni.

Les travaux de nombreuses autres organisations internationales contribuent également aux progrès des techniques de l'irrigation et du drainage. Parmi celles qui travaillent le plus directement dans ce sens, on compte la Commission internationale des irrigations et du drainage (CIID) qui a été créée pour stimuler le développement de la science et des techniques de l'irrigation, et l'IIIGI dont l'objectif est de renforcer les capacités de gestion de l'irrigation. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) par l'intermédiaire de sa division du développement des ressources en terres et en eau, l'IRRI, le CIMMYT, l'IFPRI et les agences d'aide bilatérale et multilatérale participent aussi activement aux recherches.

Actuellement, les rapports entre les institutions de recherche-développement sont facilités par leur appartenance à la CIID et à d'autres réseaux comme celui organisé par l'Overseas Development Institute au Royaume-Uni et qui concerne principalement les recherches en gestion de l'irrigation. Au fur et à mesure de l'élargissement du domaine technique, le besoin de coordonner les efforts pour créer des réseaux techniques spécialisés de recherche-développement se fera sentir de plus en plus.

### *Capacité de recherche*

Dans certains pays, le nombre de chercheurs aux divers niveaux de la structure de recherche est insuffisant. Dans d'autres pays où le nombre des chercheurs semble satisfaisant, on ne trouve que peu de programmes d'aménagement des carrières bien conçus. En outre, les occasions d'interaction entre les chercheurs et les utilisateurs sont rares. En conséquence, les problèmes réels qui se présentent sur le terrain n'exercent qu'une influence insuffisante sur le choix des sujets de recherche et sur la conception des solutions techniques. Dans de nombreux cas, les capacités nationales pour adapter aux conditions locales les techniques et les résultats de recherche en provenance de l'extérieur sont trop faibles. De nombreux pays d'Afrique subsaharienne se trouvent dans cette situation. Les rapports mentionnent que la recherche est souvent mal coordonnée et mal liée aux priorités nationales de développement.

Certaines institutions nationales et internationales<sup>4</sup> ont lancé des initiatives en vue de s'attaquer aux problèmes de la valorisation des ressources humaines et du développement des institutions.

## **Recherches en cours dans les pays en développement**

La façon d'aborder les recherches en matière d'irrigation et de drainage diffère beaucoup suivant les pays. Dans certains cas, comme en Inde, les travaux de laboratoire et les essais sur des parcelles tendent à prédominer. Dans d'autres, les travaux sont entrepris surtout sous

forme de projets pilotes, avec l'appui de laboratoires le cas échéant. Cette dernière méthode s'est révélée efficace en Chine pour adapter les techniques existantes. Elle a moins bien réussi quand il s'agissait de mettre au point des techniques nouvelles.

Quelques-uns des grands pays en développement mentionnent dans leurs rapports qu'ils se livrent à toute une gamme d'activités de recherche liées à l'irrigation et au drainage. Cependant, un examen plus approfondi montre qu'une grande partie de ces recherches porte sur des sujets d'ingénierie structurelle traditionnelle comme les modèles hydrauliques ou la géotechnique. Sauf dans quelques pays comme la Chine, l'Égypte et le Maroc, il n'y a eu que peu d'efforts de recherche sur les rapports entre la distribution d'eau et les besoins des cultures.

La plupart des pays mentionnent des recherches portant sur l'agronomie des cultures irriguées et les techniques d'application à la parcelle. Les besoins en eau des cultures et les rendements qui en découlent sont largement étudiés. L'irrigation avec de l'eau saline est étudiée dans les pays où il y a pénurie d'eau de bonne qualité et où sévit la salinité. Les techniques d'application sur le terrain faisant l'objet de recherches vont des méthodes d'amélioration de l'irrigation superficielle aux méthodes par aspersion et à la micro-irrigation dans les pays qui pratiquent une agriculture intensive. Il y a aussi des travaux sur l'équité de la distribution d'eau et sur l'efficacité de son utilisation au niveau des rigoles ou des canaux tertiaires, en particulier dans les pays ayant de grands systèmes d'irrigation comme la Chine, l'Égypte, l'Inde et le Pakistan.

D'après les rapports, des recherches substantielles sont en cours également au sujet de la saturation en eau et de la salinité. La plupart des recherches en cours sur les eaux souterraines concernent aussi le drainage. Plusieurs pays ont créé des instituts spécialisés. L'*International Institute for Land Reclamation and Improvement* (Institut international pour la mise en valeur et l'amélioration des terres) des Pays-Bas par exemple, apporte une aide à la mise sur pied de l'*International Waterlogging and Salinity Institute* (Institut international sur la

4. Une liste partielle de ces institutions se trouve à l'Annexe A (page 27) dans l'ouvrage de la Banque mondiale/USAID "Irrigation Training in the Public Sector : Guidelines for Preparing Strategies and Programs" (Institut de développement économique, Washington D.C., 1989). Cette liste se trouve également à l'Annexe VI du Volume II de la présente proposition.

saturation et la salinité) au Pakistan; il y a aussi des programmes de remise en valeur importants en Chine, en Inde, en Égypte, en Iraq et au Pakistan. Les modèles mathématiques jouent un rôle de plus en plus important dans ces travaux.

Par contre, les recherches sur les problèmes d'exploitation et de contrôle des réseaux principaux de distribution d'eau d'irrigation et sur leurs effets au niveau des exploitations agricoles paraissent limitées. Des modèles mathématiques pour la programmation de l'irrigation et de la distribution d'eau sont en cours de développement dans plusieurs pays ainsi que par la FAO. Il y a quelques travaux en cours dans le domaine de la télédétection pour faciliter la programmation et dans celui du contrôle téléométrique. Parmi les autres sujets à l'étude dans les pays présentant des problèmes d'entretien particuliers figurent la sédimentation et la lutte contre les mauvaises herbes.

Au niveau international, des recherches sont conduites sur plusieurs sujets concernant l'environnement. Le groupe d'experts OMS/FAO/PNUD sur la gestion de l'environnement (PEEM) travaille à établir des directives pour prévoir et éviter les maladies transmises par vecteurs présents dans les réseaux d'irrigation. Des études et quelques expériences sur la réutilisation des eaux perdues et des eaux usées ont été entreprises au Moyen-Orient avec l'appui de la FAO, de l'OMS, du PNUD et de la Banque mondiale. En outre, l'OMS a mis à jour des directives sur l'utilisation des eaux usées pour l'irrigation et la FAO participe à une étude sur la pollution de l'eau, par les produits chimiques agricoles en particulier.

Au total, les recherches sur l'irrigation et le drainage dans les pays en développement paraissent substantielles quand on regarde la liste des activités déclarées. En réalité, beaucoup d'entre elles ne sont que l'expression des priorités perçues mais il y a peu de recherches orientées sur les questions pratiques et trop peu de problèmes sont résolus.

## **La recherche dans les pays industriels**

La structure de la recherche dans les pays industriels diffère notablement de celle de la plupart des pays en développement en ce sens que, en plus des capacités de recherche des institutions publiques, il y a aussi une participation importante du secteur privé qui est le fait d'or-

ganisations de recherche spécialisées à caractère commercial, de bureaux d'étude et de constructeurs de matériel. Dans un sens large, les recherches sont le fait du secteur public quand elles sont en rapport avec l'agriculture alors que les recherches sur les technologies de l'irrigation sont le fait soit d'organismes d'exploitation appartenant au secteur public soit du secteur privé. Les universités conduisent des recherches des deux types pour leur propre compte.

Dans les pays industriels, les programmes de recherche se situent dans le cadre des directives de la politique nationale de recherche et répondent aux besoins définis par les organisations d'usagers. Par exemple, aux États-Unis, les besoins sont définis par les districts de l'Association nationale pour la conservation des ressources en terres et en eau (*National Association of Soil and Water Conservation Districts*) et en France par les instituts et centres techniques agricoles spécialisés et par l'Association de coordination technique agricole. A part quelques travaux de recherche fondamentale, par exemple dans le domaine du charriage des sédiments et des mécanismes eau/terre/plante, la plupart des travaux sur l'irrigation et le drainage relèvent de la recherche appliquée, en particulier dans le cas de ceux qui sont conduits outremer, en général sous la forme d'études en rapport avec des projets.

La comparaison des sujets faisant l'objet de recherches dans les pays industriels (y compris les recherches conduites pour le compte des pays en développement) avec ceux faisant l'objet de recherches à titre national dans les pays en développement, révèle une similitude générale en ce qui concerne l'hydraulique, l'agronomie des terres irriguées, l'application de l'eau à la parcelle, les sédiments, les eaux souterraines et le drainage. Cependant, dans les premiers, les modèles mathématiques jouent un rôle nettement plus important et portent sur un champ plus vaste en particulier en ce qui concerne la commande des systèmes. Le contrôle informatisé et automatisé de l'application et de la distribution de l'eau fait l'objet d'études continues, ainsi que les méthodes de programmation de l'eau qui comprennent généralement les techniques de télédétection.

L'accent est mis sur la lutte contre la pollution par les eaux de drainage et les produits chimiques agricoles. Les effets des eaux saumâtres et des eaux de décharge sur les sols sont également à l'étude.

Les résultats de la recherche dans les pays industriels n'ont eu jusqu'à présent qu'un impact modeste sur les techniques en usage dans les pays en développement. Les efforts louables de certains pays qui ont étendu leurs programmes de recherches au profit des pays en développement grâce à une aide bilatérale et à des programmes coopératifs ont été insuffisants face à l'ampleur des problèmes rencontrés.

## Budgets de recherche

Il ressort des renseignements limités dont nous disposons que, à l'exception notable du Brésil (plus de 3 dollars par hectare irrigué), les dépenses annuelles de recherche en matière d'irrigation et de drainage dans les pays en développement vont de 0,1 à 1,5 dollar par hectare irrigué environ et concernent surtout l'irrigation. Sur la base d'un chiffre moyen de 0,4 dollar par hectare, les dépenses de recherche des pays en développement pourraient être de l'ordre de 80 millions de dollars par an en moyenne.

Une comparaison directe avec les chiffres dont on dispose pour les pays industriels est difficile. Les pays industriels font des travaux substantiels pour le compte des pays en développement. Les dépenses annuelles de recherche en matière d'irrigation et de drainage sont beaucoup plus élevées dans les pays industriels, avec une moyenne d'environ 300 millions de dollars dont la plus grande partie pour le drainage. Ces chiffres indiquent qu'il y a une disparité considérable dans les budgets de

recherche en matière d'irrigation et de drainage entre les pays industriels et le monde en développement.

Même en tenant compte de la contribution des pays industriels, le total des dépenses des pays en développement ne semble pas dépasser environ 130 millions de dollars par an, soit un peu plus de 1 % de l'investissement total annuel en irrigation et drainage qui est de l'ordre de 10 à 12 milliards de dollars.

Il est instructif de comparer ces chiffres avec ceux cités pour la recherche agricole par un rapport du Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (CGIAR/TAC). Pour la période 1980-85, les dépenses annuelles mondiales de recherche agricole ont atteint en moyenne 7,3 milliards de dollars sur lesquels 3,2 milliards concernaient l'Amérique du Nord, l'Europe occidentale, l'Australie et la Nouvelle-Zélande et 1,4 mil-

liard l'URSS et l'Europe de l'Est. En Asie, en Afrique et en Amérique latine, les dépenses ont été de 2,6 milliards de dollars. Ce chiffre comprend probablement des dépenses de plusieurs pays industriels (Japon, Israël, Afrique du Sud), ainsi que des dépenses au profit de l'agronomie des terres irriguées mais il montre cependant que les dépenses de recherche agricole dans les pays en développement sont considérablement plus grandes que celles consacrées à la recherche sur l'irrigation et le drainage, bien que la productivité d'une partie notable de leur agriculture en dépende.

## Estimation des investissements en irrigation et drainage

- Investissements accumulés : 800 milliards de dollars
- Investissement annuel : 10-12 milliards de dollars
- Dépenses annuelles de recherche : 80-130 millions de dollars/an

# III. Les besoins en matière de recherche et développement

## Objectifs de la recherche-développement

La rareté des terres et de l'eau, qui d'ici la fin du siècle aura pris l'ampleur d'une crise, devrait rendre les autorités responsables conscientes de la nécessité urgente d'augmenter la productivité des ressources disponibles, d'une manière durable, dans le cadre des objectifs de développement et des objectifs sectoriels mentionnés au Chapitre I. Les innovations techniques et leur application sur le terrain auront un rôle crucial à jouer pour améliorer durablement la productivité. Il ressort du Chapitre II que, dans les domaines techniques, la recherche-développement présente actuellement de sérieuses lacunes et, en outre, que les ressources qui lui sont consacrées sont extrêmement faibles par rapport au capital accumulé jusqu'à présent et aux investissements annuels dans le secteur. Si l'on veut que la technique soit à la mesure de la demande future du monde en développement, la mise en oeuvre d'un programme d'action destiné à renforcer les capacités et les investissements en recherche-développement est une nécessité. Pour résoudre certains problèmes pratiques urgents auxquels doivent faire face les agriculteurs et les organismes chargés de l'irrigation dans les pays en développement, il faut formuler et mettre en oeuvre des activités de recherche-développement à l'échelon national aussi bien que régional.

## Politiques et stratégies

Comme nous l'avons déjà mentionné, la recherche-développement en matière d'irrigation et de drainage doit viser à augmenter la productivité en faisant appel à des innovations techniques. Les activités particulières doivent être en harmonie avec les programmes nationaux et sectoriels de développement dans lesquels ils doivent s'imbriquer. En même temps, ils doivent répondre aux be-

soins des usagers tels qu'ils ressortent des préférences des agriculteurs et des organismes qui représentent leurs intérêts, tels que les associations d'irrigants et les organisations non gouvernementales. Il faut tenir compte particulièrement des besoins et des problèmes des femmes, en raison du rôle qu'elles jouent dans l'agriculture. En outre, la recherche-développement doit résoudre les problèmes auxquels les agences chargées de l'irrigation doivent faire face en raison des déficiences des systèmes. Dans certains cas, il peut suffire de réorienter les activités actuelles, de façon à mieux appliquer les ressources à la solution des problèmes prioritaires. Dans d'autres, il faudra formuler des stratégies entièrement nouvelles.

### Priorités de recherche

- Modernisation des systèmes d'irrigation et drainage
- Utilisation durable des ressources en terres et en eau
- Amélioration des techniques d'entretien

### Priorités d'action

- Valorisation des ressources humaines
- Constitution de réseaux

### Priorités de recherche et d'action

Au stade actuel, il ne serait ni possible ni judicieux d'essayer de préparer un inventaire précis des sujets de recherche et des activités à entreprendre. La formulation des programmes nationaux et régionaux et l'identification des besoins des usagers mentionnés ci-dessus aideront à définir les stratégies générales de recherche. D'une manière similaire, ce sont l'ampleur et l'intensité de l'initiative

proposée qui détermineront le domaine et l'importance des activités particulières nécessaires à la mise en oeuvre des programmes. Pour les définir, le mieux est de se baser sur l'évaluation des performances et sur les critères de sélection des priorités. Néanmoins, il est important d'identifier en termes généraux les grands thèmes de recherche et d'action, c'est-à-dire la direction de l'effort de recherche et de l'effort opérationnel de l'initiative proposée.

L'effort de recherche se fera sentir par le choix des sujets dans le cadre des thèmes prioritaires. De même, l'effort opérationnel sera marqué par les actions prioritaires prévues dans le cadre de l'initiative proposée.

## Effort de recherche

Les priorités de recherche ont été choisies sur la base de consultations étendues avec de nombreuses personnalités techniques, scientifiques et administratives des pays en développement aussi bien que des pays industriels. En outre, ces priorités ont été choisies en raison de leur contribution potentielle à l'atténuation des contraintes mentionnées au Chapitre I et, d'une manière plus générale, à l'amélioration de l'efficacité des systèmes d'irrigation et de drainage, et à l'utilisation durable des ressources. Ensemble, les thèmes de recherche couvrent toute une gamme de problèmes allant de la dégradation de l'environnement aux déficiences de la distribution de l'eau.

Les thèmes suggérés sont les suivants :

1. Modernisation des systèmes d'irrigation et de drainage;
2. Utilisation durable des ressources en terres et en eau;
3. Amélioration des techniques d'entretien.

Le premier thème permettra d'attaquer à la base les principaux problèmes rencontrés dans les grands systèmes d'irrigation superficielle du monde en développement. Il concerne surtout le besoin de moderniser les systèmes existants et d'adopter de meilleures techniques pour les nouveaux systèmes. Il reconnaît l'importance des nouvelles méthodes de conception des systèmes d'irrigation pour les besoins actuels, aussi bien que futurs. En particulier, il comprend les recherches d'adaptation des techniques de régulation des réseaux de canaux et l'étude de leurs conséquences - domaines dans lesquels, à quelques rares exceptions près, il n'y a eu que relativement peu de travaux dans les pays en développement. Dans le cadre de ce thème de recherche, il y a des possibilités considérables de coopération avec des organismes internationaux comme l'IGH ou la FAO, et avec plusieurs institutions nationales de recherche-développement.

Le second thème couvre un groupe de problèmes concernant la durabilité. Dans son sens large, la durabilité

concerne les aspects physiques, sociaux et économiques de l'utilisation des ressources; l'initiative proposée par contre se concentre sur les problèmes de saturation en eau et de salinisation<sup>5</sup>.

Actuellement, la saturation en eau est un problème très répandu dans toutes les régions du monde. La salinisation de son côté concerne essentiellement les zones arides ou semi-arides. Dans les deux cas, ces problèmes ont des effets néfastes graves sur les écosystèmes et entraînent des pertes de production énormes. La communauté de la recherche agricole et la FAO ont jugé que ces problèmes étaient cruciaux pour l'utilisation durable des ressources en terres et en eau. Dans le cadre de ce second thème, les recherches intéresseront également les questions techniques concernant la réutilisation des eaux usées ou perdues. On se rend compte de plus en plus qu'il est nécessaire d'augmenter les ressources en eau et d'en améliorer la qualité en traitant les eaux d'égout et de drainage pour les utiliser en agriculture. Des expériences ont été lancées à ce sujet dans quelques pays mais les politiques de recherche et les programmes techniques correspondants n'ont pas encore été formulés dans la plus grande partie du monde en développement.

Le troisième thème concerne les problèmes qui conduisent à une sérieuse détérioration de l'efficacité de certains systèmes d'irrigation ou qui entraînent des dangers pour la santé publique. De nos jours, l'entretien des systèmes d'irrigation se révèle si coûteux que les recherches qui contribueront à améliorer l'entretien et la gestion et à les rendre plus économiques, à réduire l'incidence de la sédimentation, la prolifération des mauvaises herbes et des vecteurs de maladie, et l'érosion des berges, offriront des taux de rentabilité élevés.

L'importance relative à donner à chaque thème et le choix des sujets de recherche varieront suivant le pays et la région. Une description plus complète de ces thèmes et de quelques sujets de recherche prioritaires qui s'y rapportent, est donnée ci-dessous.

5. Le programme s'intéressera également aux dimensions sociales de la durabilité en appuyant des travaux sur les problèmes de santé publique qui seront conduits par le PNUD, la FAO, l'OMS et d'autres organismes multilatéraux et en établissant les liaisons avec d'autres organismes en vue de déterminer quels sont les effets de leurs efforts sur les recherches techniques.

## ***Thème 1 - Modernisation des systèmes d'irrigation et de drainage***

Actuellement, il y a des déficiences d'exploitation sérieuses auxquelles il n'est pas possible de remédier en se contentant de modifier les pratiques de gestion. Les systèmes en exploitation devront faire face au problème de la rareté de l'eau, et devront donc l'économiser. L'évolution rapide de tous les aspects de l'économie et de l'agriculture réclame une plus grande souplesse des systèmes de cultures. Les enseignements tirés des projets réalisés en Asie du sud-est confirment l'idée que les systèmes existants ne suffiront pas à couvrir les besoins à venir et que leur modernisation est impérative.

Dans les pays en développement, la plupart des systèmes d'irrigation gravitaire ont été conçus de manière à avoir un débit continu pendant des périodes prolongées et, en conséquence, leurs réseaux de canaux ne comportent que peu de structures de contrôle. La régulation de la distribution de l'eau en fonction des besoins des récoltes n'est donc guère pratiquée. A l'époque des exploitations relativement grandes et des faibles intensités de culture, le principe du débit constant était acceptable en ce sens que les agriculteurs adaptaient leur mode de faire-valoir aux quantités d'eau reçues. Avec l'augmentation des intensités de culture et, dans de nombreux pays, la réduction de la taille des exploitations, ce mode d'exploitation doit changer. En outre, dans les régions où la nécessité de diversifier les cultures est pressante, les systèmes existants n'ont pas la souplesse nécessaire pour répondre à l'évolution de la demande. Il est nécessaire de mettre en service des ouvrages de contrôle des réseaux de canaux plus efficaces, d'adopter des commandes automatisées et informatisées, et de s'orienter vers des pratiques d'exploitation plus efficaces. Inversement, il y a aussi des systèmes d'irrigation qui sont équipés d'un grand nombre de structures de contrôle mais qui présentent des problèmes d'exploitation insolubles en raison de leur complexité. Il y a donc un besoin de concevoir des structures de contrôle et des systèmes qui facilitent l'exploitation.

Une meilleure régulation de la distribution d'eau non seulement apporterait des avantages directs sous forme d'une augmentation des rendements mais elle contribuerait aussi à la lutte contre la saturation en eau et la salinisation. Il y a d'autres raisons encore d'améliorer la qualité technique des réseaux de canaux, telles la réduction de la sédimentation et des pertes par infiltration, et

la lutte contre la prolifération des vecteurs de maladie et des mauvaises herbes. Les recherches à ce sujet auront aussi pour effet, entre autres, de produire des économies sur les coûts d'entretien (voir le troisième thème, plus loin). En outre, dans certaines régions, elles sont également urgentes et nécessaires dans un but d'équité envers les agriculteurs, surtout à une époque où il devient de plus en plus indispensable de commencer à planifier en vue des pénuries d'eau à venir.

Le processus d'amélioration et de modernisation des systèmes existants, qui sont parfois établis de longue date, est complexe. Toutes les solutions techniques doivent faire l'objet de recherches approfondies et d'essais sur prototype. Dans une large mesure, ce sont cette complexité des problèmes à résoudre et le manque de moyens de recherche qui ont empêché de faire des progrès dans ce domaine.

Le concept de modernisation s'applique aussi aux nouveaux systèmes. Quelques recherches sur les méthodes de micro-irrigation (irrigation au goutte-à-goutte) applicables à des situations spéciales (zones arides) dans les pays en développement, ont été entreprises. Quelques-unes des nouvelles techniques mises au point dans les pays industriels s'appliquent à certaines conditions difficiles où l'irrigation gravitaire traditionnelle n'est pas possible. Ces techniques offrent la possibilité de cultiver des terres marginales qui ne seraient pas irrigables autrement en raison de la nature des sols ou de la pente trop forte, et d'accroître ainsi les superficies cultivées. Quelques méthodes modernes (irrigation au goutte-à-goutte) produisent des rendements élevés avec certaines cultures (canne à sucre et arbres fruitiers). La plupart des méthodes modernes permettent d'appliquer les engrais en même temps que l'eau d'irrigation et de réaliser ainsi des économies d'engrais, tout en polluant moins les eaux souterraines. Il est nécessaire d'entreprendre des recherches pour les adapter aux conditions pédologiques, topographiques, écologiques et sociales particulières, en vue de s'assurer qu'elles seront économiques et qu'elles pourront être utilisées durablement.

La plupart des nouvelles techniques qui ont vu le jour dans les pays industriels ont été étudiées et mises au point par le secteur privé. Dans les pays en développement, les cas les plus connus de réussite dans l'application de ces techniques avec la participation du secteur privé se trouvent au Brésil, en Égypte, en Jordanie et au

Maroc. Il est clair qu'il existe un grand nombre de techniques utilisables, à condition d'avoir l'organisation et les mécanismes permettant de vérifier qu'elles peuvent être adaptées aux conditions locales.

## ***Thème 2 - Utilisation durable des ressources en terres et en eau***

La durabilité concerne tous les aspects physiques, sociaux et économiques de l'utilisation des ressources en agriculture irriguée. Parmi ces aspects, la communauté des chercheurs a identifié les problèmes de saturation en eau et de salinité comme étant les plus difficiles à résoudre.

### *Saturation en eau et salinité*

De tous temps, les irrigants ont dû faire face à la "double menace" de la saturation des terres en eau et de la salinité. Bien avant l'an 2000 avant notre ère, des terres irriguées de la plaine mésopotamienne avaient dû être abandonnées à cause des effets de la saturation en eau et de la salinité, en particulier sur les rendements. De nos jours, au fur et à mesure que l'intensité des cultures augmente grâce à l'irrigation, cette menace devient une préoccupation majeure, en particulier dans les pays où l'irrigation s'est le plus fortement développée au cours des 30 à 40 dernières années. La saturation en eau et le manque de drainage sont courants dans les zones humides et bien qu'ils n'entraînent pas une salinité excessive dans ces conditions, ils ont quand même des effets néfastes très importants sur les rendements agricoles. D'après les estimations de l'IIIGI, en Asie le rendement moyen des rizières drainées est d'environ 2,5 t/ha, alors qu'il n'est que de 1,7 t/ha dans les rizières non drainées. Dans de nombreux cas, la différence est encore beaucoup plus grande. Les causes de la saturation en eau et de la salinité (ou de la salinité seulement quand elle se produit sans saturation en eau) sont complexes, de même que les moyens de lutte. Pour que la conception des systèmes de drainage soit efficace, qu'il s'agisse de drainage par tuyaux horizontaux et tuyaux perforés ou par puits tubulaires verticaux, il faut effectuer des recherches et des essais prolongés sur prototype.

En dehors des problèmes matériels du drainage et de l'élimination des sels toxiques du système racinaire, il reste à se débarrasser des sels accumulés dans le bassin versant. Par exemple, il faut accroître les recherches sur

les paramètres physiques et chimiques régissant l'écoulement de l'eau et du sel à travers les profils des sols irrigués. Concomitamment à l'installation des systèmes, il faut adopter des programmes de contrôle pour vérifier que les résultats sont satisfaisants et que des dégradations d'une nature différente - détérioration de la structure du sol par exemple - n'interviennent pas. Bien que la plupart des problèmes de drainage puissent être résolus, au moins en ce qui concerne les ouvrages matériels, en faisant appel à des techniques connues, il y a de nombreux effets secondaires qui doivent être étudiés avant de se lancer dans de grandes réalisations. Pour concevoir des solutions, il faudra se placer dans la perspective d'ensemble de chaque système car des mesures prises en un point pour réduire la salinité du sol peuvent engendrer des déséquilibres sérieux en d'autres points.

Des recherches sur la saturation et la salinité sont entreprises dans plusieurs pays (voir au Chapitre II), notamment au Pakistan, en Chine, en Inde et en Egypte. Cependant, si l'on ne trouve pas rapidement des solutions, il est probable que les zones à teneur en eau et salinité excessives s'étendront beaucoup plus vite qu'on ne pourra les remettre en valeur. Dans le cadre de ce thème d'ensemble, il faudra entreprendre des recherches sur un grand nombre de sujets, dont certains à caractère général, voire mondial, et d'autres plus particulières à chaque site.

### *Réutilisation des eaux de drainage et des eaux usées*

De nombreux pays devront faire face à des problèmes de rareté de l'eau auxquels on ne pourra que remédier partiellement par réutilisation d'eaux usées traitées. L'augmentation de la demande d'eau pour l'irrigation qui interviendra au cours des quelques prochaines décennies, combinée aux difficultés auxquelles il faudra faire face pour se débarrasser des eaux d'égout et des eaux de drainage, suggère qu'il faudra s'appuyer sur des innovations techniques et des recherches d'adaptation pour les réutiliser efficacement, d'une manière durable et sans danger pour l'environnement.

Les techniques de réutilisation des eaux usées permettent d'augmenter la ressource et de mieux contrôler la qualité de l'eau. L'approvisionnement en eau pourrait augmenter, en particulier dans les cas où des ressources en eau douce sont détournées de l'agriculture pour

l'utilisation urbaine. L'eau supplémentaire dont l'agriculture pourra disposer permettra de remédier partiellement à l'épuisement des formations aquifères par pompage excessif et le recyclage de l'eau offrira en outre des avantages importants, en particulier sous forme de réduction de la pollution des eaux de surface et des eaux souterraines.

Les premières tentatives d'utilisation d'eaux usées traitées en agriculture sont en cours dans certaines parties du monde en développement. D'après la FAO, l'Égypte prévoit d'utiliser des eaux d'égout traitées pour remettre en valeur 60.000 ha d'ici l'an 2000. La Jordanie a prévu un programme ambitieux de réutilisation d'effluents traités et a entrepris quelques recherches dans ce domaine. Un rapport de la Banque mondiale signale que d'ici l'an 2000, la réutilisation d'eaux usées traitées sera une nécessité si l'on veut que les activités agricoles se poursuivent dans le bassin de Damas. La réutilisation des eaux usées est particulièrement importante près de la mer et dans les régions désertiques, c'est-à-dire dans les endroits où les effluents sont perdus et ne retournent pas dans le système hydrologique.

Le choix des techniques de traitement des eaux usées a souvent été basé sur un souci de lutte contre la pollution du point de vue des récepteurs, plutôt que sur les besoins agricoles. Par contre, si l'on tient compte plutôt de ces derniers, on peut faire appel à des solutions moins coûteuses. Dans de nombreux pays, il y a des programmes de réutilisation des eaux usées en agriculture qui ont grand besoin de recherche-développement pour mettre au point des solutions techniques permettant d'augmenter les ressources en eau et d'en améliorer la qualité.

### ***Thème 3 - Amélioration des techniques d'entretien***

Au cours de ces dernières années, un grand nombre de facteurs nouveaux se sont manifestés et ont eu des effets fortement défavorables sur l'entretien des systèmes d'irrigation presque partout dans le monde en développement. Dans la conception des systèmes d'irrigation, il y a un équilibre délicat à réaliser entre les coûts d'investissement et les coûts d'entretien dont le poids relatif est largement déterminé par le coût d'opportunité du capital adopté dans les analyses financières. En choisissant un coût d'opportunité du capital élevé, on favorise les investissements à faible coût initial, c'est-à-dire ceux qui en-

traînent souvent par la suite des coûts d'entretien élevés. Les autres facteurs importants comprennent : la faisabilité de l'entretien et la tendance à l'augmentation des coûts de la main-d'oeuvre et des autres coûts dans le budget d'entretien.

L'entretien pose des problèmes presque insolubles au monde en développement, aussi bien qu'aux organismes de financement. On se trouve en face d'un dilemme constant : faut-il financer directement l'entretien maintenant, ou financer des programmes de réhabilitation plus tard? Certains projets nouveaux ont besoin de réhabilitation avant même d'être terminés. Quelques-uns des facteurs qui empêchent un bon entretien ont un caractère institutionnel et gestionnel et sont étudiés par l'IIIGI et d'autres organisations. D'autres facteurs encore sont de nature physique et économique. Par exemple, dans certaines régions, le coût de la main-d'oeuvre pour le nettoyage des canaux a augmenté d'une manière disproportionnée; il est devenu de plus en plus difficile de continuer la pratique traditionnelle consistant à fermer les canaux pendant un certain temps sans entraîner de sérieuses pertes de production; à cause des parasites humains, il est dangereux de continuer à nettoyer les canaux à la main et leur exploitation pendant des périodes prolongées sans fermeture pour le nettoyage conduit à une plus grande prolifération de la végétation aquatique et à des problèmes de lutte contre la bilharziose et le paludisme. La recherche-développement en matière d'irrigation et de drainage pourra contribuer à améliorer la conception des systèmes de manière à minimiser les facteurs qui contribuent à la prolifération des parasites et des vecteurs de maladie.

L'ignorance quant au processus de dégradation est aussi un facteur qui contribue aux déficiences de l'entretien. Une meilleure connaissance de la façon dont les systèmes se détériorent, des mesures à prendre pour arrêter la détérioration, et des modifications qu'on pourrait apporter pour réduire l'importance et le rythme des dégradations, est nécessaire. Il y a beaucoup à apprendre des recherches en matière d'entretien effectuées dans d'autres domaines tels que les routes rurales et l'adduction d'eau. Il faut aussi conduire des recherches à long terme sur la possibilité de maintenir les réseaux durablement en exploitation.

La dégradation des systèmes d'irrigation a des implications qui vont bien au-delà du simple processus de vieillissement.

lissement. Les facteurs comme les changements intervenant dans la prolifération des herbes, ou dans les processus d'envasement, et la modification de la fertilité du sol et de sa structure qu'ils entraînent, ont une nature dynamique qui implique des modifications écologiques. Ces facteurs ont besoin d'être identifiés le plus tôt possible si l'on veut éviter plus tard des problèmes coûteux et difficiles à résoudre. On cherche trop rarement à étudier les terres, les sols, les cours d'eau et les systèmes d'irrigation dans leur ensemble. Ceci provient principalement du fait que ces types de recherche réclament des ressources humaines et financières importantes. Bien que des travaux substantiels sur les différents aspects du charriage et du dépôt des sédiments, ainsi que de l'envasement, aient été entrepris dans le passé, en particulier en Inde et en Chine, il reste beaucoup de lacunes en ce qui concerne la base de données, la compréhension du processus de charriage des débits solides et les procédures opérationnelles pour lutter contre la sédimentation dans les réseaux de canaux.

## **Efforts opérationnels**

L'initiative proposée suggère deux champs d'action prioritaires au niveau de la mise en oeuvre. Ce sont :

- La valorisation des ressources humaines; et
- La formation des réseaux d'information.

La valorisation des ressources humaines constitue un élément essentiel pour exécuter l'initiative proposée et pour renforcer des capacités locales de recherche-développement et leur permettre de conduire durablement les activités envisagées. L'organisation de réseaux d'information est importante en ce sens que les recherches techniques doivent être en même temps bien coordonnées dans les limites fixées et suffisamment liées aux autres recherches en matière d'agriculture irriguée.

Ces priorités d'action sont décrites plus en détail ci-dessous.

### ***Valorisation des ressources humaines***

La conception et la mise en oeuvre réussies d'un plan de recherche-développement dépend du nombre, de l'orientation et de la qualité des chercheurs. Notre enquête a confirmé l'idée (comme cela a été indiqué au Chapitre II) que les chercheurs en matière d'irrigation et drainage ne

constituent qu'un petit groupe dans l'ensemble des chercheurs s'occupant du développement des ressources en eau. En fait, on peut dire que le manque d'attention portée à la mise en valeur des ressources humaines - qu'il s'agisse de formation en école, d'instruction du personnel sur place, ou de la création de forums pour les échanges d'idées et le partage de l'expérience - constitue un obstacle majeur au développement et à la conduite des recherches techniques.

La mise en valeur des ressources humaines est importante également parce que l'initiative proposée souligne le besoin d'orienter les recherches vers la solution des problèmes prioritaires et vers l'adaptation des techniques disponibles aux situations locales dans les pays en développement. Il convient donc que les organismes participant aux recherches en matière d'irrigation et de drainage développent les capacités nécessaires pour évaluer et transférer correctement ces techniques. Ces capacités devront porter sur l'identification des contraintes et problèmes locaux, la formulation des stratégies de recherche, la recherche des techniques à tester et à évaluer, et l'étude des aspects techniques, économiques et institutionnels de l'adaptation des techniques modernes. En outre, actuellement, la formation en matière d'irrigation ne traite pas convenablement des implications des problèmes techniques en ce qui concerne la productivité et la durabilité. Souvent, la formation est mal planifiée, trop théorique, et sans rapport suffisant avec les problèmes locaux ou les difficultés opérationnelles. En conséquence, il est nécessaire d'améliorer les programmes de nombreuses institutions d'enseignement agricole et d'enseignement sur l'irrigation, dans tous les domaines en rapport avec l'eau.

L'initiative proposée appuiera des activités de valorisation des ressources humaines conçues autour des thèmes de l'effort de recherche mentionné plus haut. Des stages de formation de longue durée en école et des stages courts dans des institutions engagées dans des recherches similaires ou dans des instituts de recherche avancée, peuvent être nécessaires.

L'importance de l'éducation dans le programme d'ensemble de l'organisation qui mettra en oeuvre l'initiative proposée devra correspondre à la priorité donnée au développement des capacités nationales, de manière à répondre durablement aux besoins de recherche à long terme des pays en développement et à permettre de

réorienter la recherche vers des solutions pratiques et économiques pour le bénéfice des usagers, des techniciens et des ingénieurs.

### **Formation de réseaux d'information**

L'initiative proposée met l'accent sur le renforcement des capacités nationales et régionales de recherche dans les pays en développement. De nombreuses institutions participent déjà activement à des recherches en matière d'irrigation. L'instauration d'une collaboration continue entre ces institutions est impérative si l'on veut que l'initiative proposée s'intègre aux activités en cours. L'organisation de réseaux facilitera cette collaboration et cette intégration.

Les réseaux intéressent divers aspects de la recherche technique. La possibilité d'accéder aux bases de données des autres institutions sera très utile pour échanger des informations sur les recherches nécessaires, les travaux en cours et les problèmes rencontrés. La recherche en coopération exigera l'établissement de rapports encore plus étroits et l'échange des résultats des recherches.

Dans certains cas, de nouveaux réseaux seront organisés et appuyés par l'initiative proposée, au fur et à mesure du développement de nouveaux projets de recherche. Pour rendre les échanges d'idées et d'informations plus fructueux, ces réseaux devront comprendre des institutions travaillant dans des contextes nationaux et régionaux très divers mais partageant un intérêt à des problèmes de recherche communs.

Dans d'autres cas, il ne sera pas nécessaire d'organiser de nouveaux réseaux. Il suffira peut-être de rattacher les projets de recherche à des réseaux nationaux ou internationaux s'occupant d'irrigation et de drainage et existant déjà. Il existe déjà de nombreux réseaux de recherche agricole dont certains peuvent se révéler importants pour les thèmes et activités de recherche prioritaires proposés ci-dessus.

## **Performance des systèmes**

Si l'on veut s'attaquer aux problèmes opérationnels, le choix des sujets particuliers de recherche ou des activités spécifiques à conduire dans le cadre des thèmes généraux doit d'abord se faire à partir d'une évaluation des performances des systèmes. On constate souvent que les investissements dans l'irrigation et le drainage ont donné des résultats décevants. La déception vient sans doute en partie de ce que les projections étaient trop optimistes mais il n'en reste pas moins que les performances de nombreux aménagements hydrauliques ont été très inférieures à ce que l'on pouvait attendre. On constate des

différences importantes d'un aménagement à un autre, même quand les conditions climatiques, écologiques et économiques sont similaires. Par exemple, l'efficacité globale peut varier d'un minimum de 15 % à plus de 40 %. Les rendements des principales cultures irriguées varient de leur côté de 1,5 tonne à 5 tonnes de céréales à l'hectare dans une même région climatique et géographique.

L'insuffisance des performances vient de plusieurs facteurs endogènes, aussi bien qu'exogènes. Les performances des réseaux d'irrigation ne sont pas bien

connues et les indicateurs qui pourraient aider à les connaître sont mal définis. Il faut conduire des évaluations objectives des performances de manière à bien identifier les priorités de recherche et d'action avant d'entreprendre des programmes d'amélioration et de modernisation de l'irrigation. Les premiers efforts sont en cours - notamment par la CIMD et l'IFPRI/IGI - en vue de définir des critères satisfaisants d'évaluation et de contrôle des performances des systèmes. Beaucoup de travaux supplémentaires, dont certains sont en cours et d'autres sont encore à entreprendre, seront nécessaires pour déterminer quels sont, dans chaque cas particulier, les rapports de cause à effet - techniques ou institutionnels - entre les facteurs et les performances mesurées.

### **Critères de sélection des priorités**

Les priorités devront :

- Être sélectives
- Éviter les doubles emplois
- Mettre l'accent sur les recherches d'adaptation et les solutions économiques
- Maximiser la rentabilité de l'investissement

Parmi les étapes fondamentales de l'évaluation des performances des systèmes on compte : i) la mise au point d'un cadre théorique pour contrôler et évaluer les performances, notamment pour définir les objectifs opérationnels; ii) la formulation d'une méthodologie; et iii) la confirmation du cadre et des méthodes théoriques par des recherches et études expérimentales.

L'initiative proposée appuiera les efforts destinés à relever les normes de l'évaluation des performances. Cette appui se fera en collaboration avec l'IIIGI et les diverses organisations nationales, dans le but d'analyser en profondeur les aspects techniques de l'évaluation des performances.

### **Critères de sélection des priorités**

L'initiative proposée, comme toutes celles qui concernent la recherche-développement, doit être vue comme faisant partie d'un vaste ensemble d'activités liées entre elles et, dans ce contexte, les priorités de recherche et d'action choisies doivent satisfaire les critères suivants, si l'on veut qu'elles aillent vers le but recherché :

- Etre sélectives, de manière à concentrer les ressources sur les problèmes les plus importants et à combler les

principales lacunes des programmes de recherche-développement;

- Eviter les doubles emplois afin d'utiliser efficacement les ressources;
- Chaque fois que cela est possible, mettre l'accent sur les solutions économiques et sur l'adaptation de techniques existantes aux conditions locales des pays en développement;
- Choisir les sujets de recherche susceptibles d'apporter les plus grands avantages, compte tenu du rendement de l'investissement, des délais d'obtention des résultats, de la probabilité de réussite et de l'impact sur la production agricole.

L'initiative proposée réclame un soin particulier dans la mise sur pied de l'organisation d'exécution en vue de faciliter la concentration des efforts, d'assurer la coopération entre les organismes de recherche, les gouvernements et les bailleurs de fonds, et de permettre un contrôle et une évaluation efficaces des activités. Ces préoccupations sont développées ci-après dans le dernier chapitre.

# IV. Cadre de mise en oeuvre de l'initiative de recherche-développement

## Structure organisationnelle et fonctions

Toute organisation doit être conçue de manière à assurer efficacement des fonctions visant à atteindre des objectifs déterminés et à répondre à l'évolution des besoins au cours du temps. Les discussions du chapitre précédent montrent que les systèmes d'irrigation et de drainage existants présentent de nombreuses déficiences en ce qui concerne leur efficacité et la durabilité de l'utilisation des ressources. Souvent, les programmes de recherche, locaux ou régionaux, sont mal formulés par rapport aux stratégies de développement admises pour l'agriculture et l'irrigation.

Les études préliminaires conduites pour préparer le présent rapport montrent qu'il est urgent que les recherches en matière d'irrigation et de drainage se concentrent sur l'application des techniques disponibles aux problèmes opérationnels des pays en développement, tout en réservant une partie des ressources à des recherches à caractère fondamental. En conséquence, à la lumière des besoins futurs et des résultats actuels limités des recherches, il convient que la présente initiative mette l'accent sur la formulation et l'exécution de programmes de recherche particuliers à chaque pays, sur la préparation de projets de recherche thématiques et sur l'organisation de réseaux destinés à faciliter les transferts de techniques et d'informations entre les pays et les institutions.

L'effort initial sur la recherche d'adaptation réclame une augmentation de l'appui apporté aux recherches en cours, comme première étape d'un effort à plus long terme. L'initiative proposée doit être mise en oeuvre principalement par les institutions de recherche sectorielles existantes et par des universités des pays en développement et des pays industriels. Elle doit aussi appuyer des projets de recherche pilotes ou expérimentaux conduits par des organismes d'irrigation et de drainage. Cette façon d'aborder le problème n'exclut pas la possibilité de créer ultérieurement de nouvelles institutions techniques de recherche, si l'expérience démontre leur utilité. Par exemple, cela pourrait être justifié dans un contexte régional, quand il ne serait peut-être pas économique d'avoir recours à plusieurs petites initiatives nationales.

## Secrétariat

Il est proposé que le programme de recherche soit appuyé par un Secrétariat dont la mission principale sera de mettre en oeuvre l'initiative proposée. Suivant les moyens disponibles, ses activités pourront comprendre les fonctions suivantes :

- Encourager la recherche et les innovations technique en matière d'irrigation et de drainage, et leur adaptation dans les pays en développement;
- Sur demande, aider les pays participants à formuler leur politique de recherche, leurs stratégies et leurs projets particuliers;
- Accroître les capacités locales de recherche et développement en valorisant les ressources humaines;
- Organiser et coordonner des réseaux autour de thèmes généraux ou de sujets particuliers, de manière à élargir l'accès aux résultats des recherches et aux renseignements qui s'y rapportent;
- Encourager la coopération avec les autres organismes nationaux et internationaux engagés dans des recherches en matière d'irrigation, tels que l'ICR, la FAO l'IRRI et l'IFPRI;
- Servir de point de contact et de centre d'échange des renseignements entre les pays participants et les organismes concernés, et faciliter l'acheminement des ressources des bailleurs de fonds vers les usagers prioritaires.

Dans l'exécution du programme de recherche, le Secrétariat sera aidé et contrôlé par les mécanismes suivants :

- Un Conseil consultatif pluridisciplinaire comprenant des experts techniques et scientifiques, et des responsables de la politique. Le Conseil orientera le programme de travail du Secrétariat. Il donnera son avis sur les stratégies à mettre en oeuvre pour marquer les efforts de recherche et les efforts opérationnels de l'initiative proposée, et examinera les activités thématiques poursuivies par le Secrétariat.
- Le Groupe des bailleurs de fonds qui évaluera les besoins financiers et mobilisera les ressources nécessaires.

Il approuvera le programme de travail d'ensemble et le budget du Secrétariat. Un Comité directeur constitué par les bailleurs de fonds participants sera engagé plus activement dans le fonctionnement du Secrétariat, de manière à ce que les résultats du programme de recherche correspondent à son but, en particulier pendant les années initiales.

- Des groupes d'experts constitués autour des thèmes généraux, en fonction des grandes priorités définies dans le cadre des efforts de recherche et des efforts opérationnels de la présente proposition (voir le Chapitre III) et des autres priorités qui pourraient être proposées par le Groupe des bailleurs de fonds. Chaque groupe d'experts assistera le Secrétariat dans la formulation des objectifs, stratégies, et critères de sélection particuliers à chaque thème de recherche, et dans la préparation des propositions de recherche concernant chaque région ou pays particulier.

#### *Besoins en personnel*

Il est proposé que le Secrétariat soit dirigé par un Secrétaire exécutif qui sera aidé par :

- *Des coordinateurs de tâches* chargés de coordonner les travaux dans le cadre des efforts de recherche et des efforts opérationnels mentionnés au Chapitre III. Ils aideront les pays en développement à formuler les termes de référence pour l'élaboration des propositions de recherche et, le cas échéant, pour leur mise en oeuvre. Ils organiseront et dirigeront les réseaux formés autour des thèmes de leur spécialité et contribueront à la mise sur pied de la base de données gérée par le Secrétariat. Les coordinateurs de tâches seront surtout des spécialistes, mais ils auront aussi une certaine expérience comme généralistes car les compétences en gestion et organisation devront tenir une place importante.

- *Un spécialiste de l'informatique* qui sera chargé de mettre sur pied et de gérer la base de données du Secrétariat. Il entretiendra des rapports étroits avec les coordinateurs de tâches et les aidera à organiser et à exploiter les réseaux animés par le Secrétariat.

- *Le personnel administratif* en nombre suffisant pour apporter l'appui nécessaire au Secrétariat.

Il y a d'autres besoins en personnel qui sont faciles à prévoir mais difficiles à préciser quantitativement et qualitativement. Par exemple, il est tout à fait concevable qu'il

faudra détacher du personnel dans certains pays ou régions, en fonction de l'ampleur de leur participation. Ce personnel aura une fonction importante à remplir qui consistera à faciliter les communications avec le public et des agences d'irrigation locales privées, à l'intérieur du pays ou de la région. Ils pourront aussi alimenter le Secrétariat en renseignements utiles et d'actualité. Le recrutement de ce personnel dépendra des besoins de chaque région géographique, des possibilités de coopération avec d'autres initiatives internationales dans la même région, et des moyens disponibles.

Au cours de la première année, il faudra prendre les mesures suivantes :

1. Préparer et arrêter les divers arrangements organisationnels mentionnés plus haut, définir les autorités dont dépendra le Secrétariat, préciser ses fonctions et prévoir les appuis nécessaires.
2. Recruter un Secrétaire exécutif provisoire, pour une période de six mois à un an, en vue de lancer le programme et d'avoir quelqu'un à la tête de la nouvelle initiative, puis lancer le processus de sélection d'un Secrétaire exécutif permanent.
3. Mettre sur pied le bureau du Secrétariat, notamment en recrutant le spécialiste de l'informatique et en mettant en place le personnel d'appui.
4. Le nombre de coordinateurs de tâches à recruter initialement dépendra des demandes reçues des pays en développement, du degré d'accord réalisé sur les propositions de recherche, et des moyens financiers. On prévoit qu'il faudra recruter au moins deux coordinateurs la première année.
5. Mettre en place une base de donnée pour faciliter l'organisation des réseaux d'échange des informations et des résultats de recherche.
6. Organiser, sur une base expérimentale, un service de contacts et d'échange de renseignements entre les pays participants et les bailleurs de fonds intéressés par les recherches techniques en matière d'irrigation et drainage.

Ensuite, le plus tôt possible, il faudra élargir les travaux de la première année et les étendre à d'autres activités dans le cadre des objectifs d'ensemble de l'initiative proposée.