PN-AAZ-248 ISN 91505

PANORAMA DE L'IRRIGATION EN AFRIQUE

RÉSUMÉ

AFRICA
USAID

PROJET DE SYNTHESE II DE GESTION DE L'EAU

RAPPORT WMS 37

PANORAMA DE L'IRRIGATION EN AFRIQUE

Résumé

Ce document a été rédigé à partir de travaux éffectués dans le cadre du Projet de synthèse II de gestion de l'eau, financé par l'Agence pour le développement international des Etats-Unis.
Contrat AID/DAN-4127-C-00-2086-00

Toutes les opinions, conclusions ou suggestions exprimées dans ce document n'engagent que la responsabilité des auteurs. Elles ne représentent en aucune manière les positions officielles ou officieuses des pays africains, des Etats-Unis, de l'"Utah State University" ou du Consortium pour le développement international.

Rédigé par

Jon R. Moris

et

Derrick J. Thom

avec la collaboration de

Donald G. Humpal
Terry H. Podmore
Edward Sparling
Peter H. Stern
Mary Tiffen
Linden Vincent
Fred R. Weber
T.E. Flack

Philippe Zgheib

Utah State University
Département de génie agricole et d'irrigation
Logan, Utah 84322-4105

Octobre 1985

Rapport WMS 37

PREFACE

Ce document a été rédigé dans le cadre du Projet de synthèse II de gestion de l'eau que l'Agence pour le développement international des Etats-Unis, par l'intermédiaire du Consortium pour le développement international, aide financièrement et techniquement.

L'objectif essentiel est de mettre à la disposition des régions de la planète utilisant l'irrigation, des services pour améliorer leurs méthodes de gestion de l'eau, que ce soit dans la conception ou l'exploitation de réseaux existants ou futurs. Cet ouvrage se propose aussi de conseiller l'USAID dans le choix et l'exécution de ses projets de mise en valeur et de ses stratégies d'investissements.

Pour plus ample information sur ce Projet et les services qu'il peut fournir, contacter le Projet de synthèse II de gestion de l'eau.

Jack Keller, Project Co-Director
Agricultural and Irrig. Engr.
Utah State University
Logan, Utah 84322
(801) 750-2785

Wayne Clyma, Project Co-Director
University Services Center
Colorado State University
Fort Collins, Colorado 80523
(303) 491-6991

E. Walter Coward, Project Co-Director
Department of Rural Sociology
Warren Hall
Cornell University
Ithaca, New York 14850
(607) 256-5495

REMERCIEMENTS

Ce rapport, qui est le premier d'une série de trois, est un résumé des travaux effectués dans "Panorama de l'irrigation en Afrique". Le second est le Rapport principal du Projet et le troisième contient une bibliographie annotée.

Nous nous sommes inspirés, pour la rédaction de ce rapport, des travaux effectués par les consultants dont les noms sont mentionnés en première page. L'Annexe A de ce volume donne les résumés des quatre ouvrages les plus techniques dont nous nous sommes servis. (On peut obtenir, sur simple demande, les noms des autres ouvrages). Bien que nous ayons utilisé tout à fait librement les idées et les expériences de ces consultants,ces derniers ne peuvent en aucune manière être tenus pour responsables de nos conclusions. Plusieurs d'entre eux ont utilisé les documents publiés par le "Commonwealth Agricultural Bureau" dont on en trouvera la référence dans les annotations du troisième volume. Jack Keller nous a apporté son soutien indéfectible bien que nos conclusions n'aient pas toujours correspondu aux idées des spécialistes. Très précieux aussi ont été les travaux remarquables de R. Carter, M. Kay et autres membres du England's Silsoe College (voir les tableaux 5 et 6 de ce volume) sans oublier l'étude du Centre d'investissement de la FAO pour l'irrigation en Afrique (voir les tableaux 2, 7 , 8 et 9).

Nous voulons, encore une fois, remercier l'équipe de WMS II et celle de l'AID de Washington. Nous voudrions mentionner tout particulièrement Richard McConnen de WMS II, Worth Fitzgerald, Cal Martin et Patrick Fleuret de l'AID dont la patience et le soutien ne nous ont jamais fait défaut. Nous voulons aussi remercier Janet Chambers, Carolyn Fullmer et Linda Fields pour leur aide prompte et sans faille. Les inévitables erreurs et omissions qui ont pu se glisser dans cet ouvrage, ne peuvent être imputables qu'à nous.

Jon R. Moris
Derrick J. Thom

RESUME ANALYTIQUE

Première Partie: Introduction

1. Les techniques employées en irrigation peuvent-elles combler le fossé qui se creuse entre la demande d'une population croissante et la production alimentaire: telle est la véritable raison de ce "Panorama de l'irrigation en Afrique".
2. Selon les chiffres publiés par la FAO, il y a 33,6 millions d'hectares de terres irrigables en Afrique sub-saharienne. Des 5,6 millions actuellement irrigués, seuls 2,7 le sont d'une manière moderne et 1,7 million de ces derniers se trouvent au Soudan.
3. Seuls neuf pays africains possèdent 50 000 hectares de terres irriguées de façon moderne. Toutefois, les chiffres globaux relatifs à l'irrigation déjà en place, et surtout aux possibilités futures, le sont à "vue de nez".
4. Le Zaïre, la Zambie, le Soudan, le Mozambique et la Tanzanie (présentant chacun un potentiel de 2 millions d'hectares de terres irrigables) sont certainement les pays dont on néglige le potentiel lorsqu'il est question d'irrigation.
5. Des pays comme la Guinée, l'Ethiopie, la Tanzanie et l'Angola, qui échappent à la sphère d'action des Etats-Unis, contrôlent les ressources hydrauliques de leurs voisins. Cela est particulièrement criant dans le cas de l'Ethiopie vis à vis de la Somalie, du Soudan et de l'Egypte.
6. Il apparaît donc qu'une coopération internationale et une assistance technique indépendante du contexte politique sont vitales en matière d'utilisation de l'eau.
7. Pour des pays touchés par la sécheresse comme le Sénégal, la Mauritanie, le Burkina-Faso, le Mali, le Niger, la Somalie, le Kenya et le Bostwana, l'irrigation est le souci primordial. Il y a d'autres pays concernés,comme le Tchad, le Soudan, l'Ethiopie, la Tanzanie et le Zimbabwe où des périodes de sécheresse peuvent survenir. Madagascar, avec son important réseau d'irrigation traditionnel, trouve aussi sa place ici.

8. Les coûts très élevés en général 10 000 dollars ou plus par hectare et les piètres résultats obtenus avec les réseaux d'irrigation classiques expliquent pourquoi l'on s'en tient aux cultures à haute valeur ou d'exportation, et non pas à la production de nourriture à usage local.
9. Sur les possibilités futures de l'irrigation trois thèses sont en présence:
   a. L'une met l'accent sur son coût élevé en comparaison de celui d'une agriculture pluviale et préconise donc la remise en état des structures existantes.
   b. Une autre considère le problème à plus long terme en prenant en considération l'urbanisation croissante de l'Afrique et recommande donc une augmentation des investissements.
   c. La troisième qui se situe entre ces deux extrêmes et qui est la nôtre, suggère de rechercher des types d'installations d'irrigation peu coûteux et d'améliorer les institutions de base des pays d'Afrique.
10. L'irrigation en Afrique soulève cinq questions auxquelles il convient de répondre:
   a. Les difficultés actuelles sont-elles du type "première" génération?
   b. L'environnement est-il un facteur limitatif sérieux?
   c. L'irrigation est-elle indispensable pour assurer la sécurité alimentaire?
   d. Peut-on trouver des types de réseaux d'irrigation moins chers?
   e. Par quels cadres institutionnels peut-on pallier l'absence de structures de développement contrôlées et répondant à la demande?

Deuxième Partie: Les Leçons de L'expérience

Possibilités futures de l'irrigation face à la demande

1. Une planification globale de l'irrigation en Afrique est freinée par le manque de données sérieuses et précises.
2. Bien que l'on estime souvent que la demande est le reflet des conditions climatiques, on ne peut expliquer uniquement par l'aridité la répartition actuelle de l'irrigation; elle est,en effet, utilisée dans un large éventail de conditions écologiques.
3. Dans les réseaux d'irrigation de petite taille, on se heurte à de nombreuses difficultés dans l'utilisation des "forages" à recharge limitée.

4. L'expérience des Scandinaves et des Hollandais dans la promotion des systèmes communautaires de distribution d'eau constitue une source précieuse d'inspiration.
5. Les plaines alluviales des principales rivières (développement des "fadamas" au Nigeria, par exemple) et les biseaux aquifères des régions escarpées sont les principales exceptions où l'on peut utiliser à peu de frais les eaux souterraines.

Problèmes dûs à la nature des sols

1. La nature du sol est un facteur déterminant dans le choix du site et de la nature du réseau. Il faut disposer d'informations sur la nature du sol pour:

   . Apprécier les terres disponibles à l'échelle régionale.
   . Détecter les sites où la nature du sol va poser des problèmes.
   . Aider à déterminer la configuration du réseau et le potentiel agricole; et
   . Arriver à chiffrer les coûts de l'irrigation de surface.

2. Il arrive souvent que l'on ne dispose pas des renseignements sur les sols à l'échelle désirée et que les résultats d' enquêtes faites dans le cadre d'un financement de projet arrivent après que l'on ait déjà choisi un emplacement particulier.
3. Les différents organismes donateurs n'utilisent pas les mêmes taxonomies des sols, celle de la FAO et celle du système français restant les plus utilisées en Afrique. C'est là un obstacle au transfert des informations sur les sols entre les équipes travaillant sur des projets financés par l'USAID (utilisant le système USDA) et leurs homologues.
4. Les équipes de terrain insistent sur le fait que pour l'irrigation en Afrique elles rencontrent souvent des difficultés en matière de sols. Parmi elles:
   . des pertes d'eau sur sols sableux
   . des problèmes pour travailler des sols argileux dans les zones habituellement irriguées
   . de sérieuses limitations dans la fertilité des sols (cf. l'article général de Humpal, Annexe A).

5. Ceci laisse à penser que les succès de l'irrigation dans les grandes plaines alluviales africaines du Soudan, du Mali et du Kenya, constituent peut-être des cas bien particuliers.

Les systèmes existants

1. On rencontre en Afrique aussi bien des systèmes d'irrigation de grande taille, parapublics ou gérés commercialement, que des systèmes de petite taille. Ce qui est par contre surprenant, c'est l'absence de systèmes de taille moyenne, qui soient sous le contrôle de leur utilisateur: ceci rend plus difficiles les améliorations technologiques.
2. Qu'ils soient "publics" ou "privés", les systèmes de grande taille sont par nature largement bureaucratiques. Ils adoptent en général des méthodes de fonctionnement uniformes et des procédures standard; leurs productions agricoles sont subventionnées et le personnel employé a le statut d'ouvriers ou de "métayers".
3. Les systèmes de petite taille sont plus divers dans leur organisation. Avec en général moins de 1 000 hectares en exploitation, certains sont reliés à des réseaux parapublics d'irrigation, comme la SAED (Société d'aménagement et d'exploitation des terres du Delta) au Sénégal; d'autres reçoivent l'aide des ONG (Organisations non gouvernementales). De tels systèmes peuvent être, même si l'objectif est contraire, tout aussi bureaucratiques que les grands.
4. Une irrigation de type traditionnel et informel est généralement associée à des modes ancients d'extraction de l'eau, comme les "shadufs", ou encore à des pompes modernes, achetées par les exploitants. De tels systèmes de type "oasis" ou "jardins" se développent de façon spontanée.
5. Moins connus des profanes sont les systèmes de type "fonds de vallée" ou "marécages" pour lesquels les exploitants ont appris à utiliser le surplus d'humidité que l'on trouve dans des dépressions.

Considérations liées à l'ingénierie

1. Assurer un approvisionnement en eau qui soit fiable constitue souvent un problème en soi dans le contexte africain, à cause de variations du niveau de l'eau, ou encore d'une évaporation intense, de charges en sédiments, du taux de salinité ou du manque de fiabilité des équipements.

2. Les visites sur le terrain montrent que les systèmes d'alimentation sont souvent déficients, ce qui rend la distribution vulnérable: les ingénieurs extérieurs qui ont supervisé les travaux de construction ne peuvent, en général, pas être rappelés pour apporter leur aide.
3. Il faut revoir les procédures standard d'opérations pour tenir compte de goulots d'étranglement qui sont fréquemment caractéristiques de l'environnement des zones rurales africaines: main-d'oeuvre médiocre, pièces détachées inadaptées, pénurie de carburants, coûts de transport élevés... tout ceci est commun. Ce manque systématique de fiabilité risque de rendre impossible l'adoption de plans de travail.
4. Il devient de plus en plus difficile de maintenir les pompes en état de marche à mesure que le système économique du pays se détériore. Certains projets de l'USAID s'en trouvent perturbés, en particulier lorsque la solution choisie comme étant la meilleure marché a été celle d'une irrigation par pompage.
5. On a, en général, surestimé la participation des exploitants. Dans ces deux domaines, les agriculteurs africains n'ont pas été à la hauteur de ce que l'on attendait d'eux de façon théorique: l'irrigation de nuit et la mise à niveau des champs.
6. Une fois les réseaux construits, les travaux d'entretien se révèlent être le problème majeur en Afrique. Parmi les raisons on peut citer:

   . Le fait qu'ils soient "propriété commune";
   . La demande concurente en main-d'oeuvre agricole;
   . Le fait que les exploitants ne consacrent qu'une partie de leur temps à l'irrigation; et
   . Les conséquences d'une conception initiale du projet médiocre.

7. Pour protéger les champs des dégâts causés par les pluies d'orage et pour empêcher une augmentation de la salinité, il faut impérativement prévoir un bon drainage. La difficulté en Afrique est que le terrain est extrêmement plat d'où des frais de drainage très élevés.
8. Il est impératif que les ingénieurs prévoient les usages qui seront faits de l'eau d'irrigation, en particulier pendant la saison sèche, lorsque la survie des populations et des troupeaux est en jeu.

Agronomie

1. En Afrique, les réseaux d'irrigation sont classiquement destinésà trois cultures à caractère commercial riz, canne à sucre et coton pour lesquelles on dispose de documents sur les travaux expérimentaux (à ce sujet, voir l'ouvrage de Humpal dans l'Annexe A).
2. La culture du coton par irrigation est concentrée au Soudan, en Ethiopie et au Zimbabwe. Celle du riz et de la canne à sucre est largement répartie sur tout le continent. La FAO estime que des 6,45 millions de tonnes de riz produits en 1982, 17% l'ont été par irrigation moderne; pour la canne à sucre, c'est en gros la moitié des 41 millions de tonnes obtenus.
3. La prédominance de ces trois cultures, avec la canne à sucre cultivée de façon semi-industrielle pour répondre à la consommation urbaine, explique pourquoi le système d'irrigation actuel ne peut pas augmenter de façon significative la sécurité alimentaire de l'Afrique.
4. La qestion clé reste la suivante: dans quelle mesure la production d'une culture dépend-elle de la quantité d'eau disponible? Humpal avance, quant à lui, qu'elle est plus largement tributaire de la fertilité du sol, encore que, pour pallier les déficiences en éléments nutritifs, on ait également besoin d'eau.
5. On peut mieux expliquer l'influence limitée de l'irrigation sur la sécurité de l'approvisionnement alimentaire par le fait qu'en Afrique le maïs constitue la plus importante nourriture de base. Or, son rendement est très dépendant de la sècheresse au moment de la germination et de l'écimage. Toutefois, la valeur à l'hectare de cette culture ne justifie pas les frais d'installation d'un réseau complet d'irrigation.
6. Dans le passé, les statistiques mensuelles de pluviomètrie ont caché l'existence de courtes périodes de sècheresse, au début ou au cours de la saison des pluies, phénomène courant dans la plus grande partie de l'Afrique sub-saharienne. D'où le besoin d'y trouver des technologies d'irrigation complémentaire qui soient meilleur marché.
7. L'introduction de variétés asiatiques de riz à haut rendement par l'IRRI (Institut international de recherches sur le riz) n'a pas rencontré le succès que l'on en attendait.
8. Ce sont les cultivateurs eux-mêmes qui ont développé la culture du riz dans les zones marécageuses de l'Afrique de l'Ouest.De récents projets

gouvernementaux qui cherchaient à transformer en rizières des mangroves n'ont connu qu'un succès mitigé; il eût mieux valu consacrer l'argent correspondant à aider les cultivateurs de riz des hautes terres d'Afrique de l'Ouest.

9. Le développement de l'irrigation en Afrique risque de favoriser la prolifération de mauvaises herbes qui envahissent rapidement les terrains dont l'équilibre a été ainsi perturbé; elles prennent alors le pas sur les cultures que l'on a introduites. Ce risque est augmenté dans le cas où la qualité des semences est mal contrôlée.
10. En général, les essais pour faire deux récoltes par an n'ont pas été couronnés de succès.
11. Les résultats des travaux de recherche sur les productions agricoles en Afrique ont fait largement avancer nos connaissances, ils ont toutefois négligé de traiter le problème des sous-systèmes d'irrigation.

Influence de l'environnement

1. Il faut tenir compte, lors de la construction d'ouvrages hydrauliques, de la présence des maladies liées à l'apport d'eau dans un environnement tropical. L'installation d'un réseau d'irrigation entraîne presque toujours la propagation de la schistosomiase; il faut donc en tenir compte dans l'estimation des coûts.
2. La prolifération des plantes aquatiques, en particulier la jacinthe d'eau, est devenue un problème sérieux non seulement au Soudan mais aussi dans d'autres régions de l'Afrique de l'Est et du Sud.

Aspects sociaux

1. C'est dans les domaines suivants que l'on trouve le principal interface entre le système de distribution de l'eau et le contexte social:

   . Droits relatifs aux terres et à l'eau;
   . Réorganisation matérielle de l'utilisation des terres;
   . Participation des exploitants aux opérations de planification et de construction;
   . Calendrier de distribution de l'eau;
   . Préférences des exploitants;

- Prestations communes assurées;
- Solutions apportées aux conflits;
- Entretien;
- Commercialisation des cultures communautaires, s'il y en a;
- Remboursements des coûts;
- Augmentation des dépenses pour soins médicaux.

2. Les technologies utilisées en irrigation ne correspondent pas du tout à ce que les exploitants pensent. Le succés des systèmes à pompes de petite taille par rapport aux projets importants provient de ce que l'exploitant y contrôle pleinement l'utilisation de ses pompes.
3. La généralisation d'une irrigation moderne est freinée par les facteurs socio-économiques suivants:

   - Champs de taille petite et irrégulière;
   - Degré d'indépendance de la femme et de ses enfants;
   - Perception de l'irrigation comme un recours contre la famine; et
   - Augmentation des rendements au moyen d'une production plus variée et non plus intensive.

4. Les grands plans d'ensemble préconisant les acquisitions de terres et de droits sur l'eau sans tenir compte des usages existants ont engendré des problèmes; on peut prévoir là un danger dans les futurs projets de développement de bassins.
5. La modification du régime foncier comporte les points essentiels suivants:

   - Incorporation des détenteurs de droits originels;
   - Reconnaissance des servitudes;
   - Détermination du système légal de succession;
   - Protection des femmes et des mineurs;
   - Mécanismes de compensation;
   - Bases juridiques de l'irrigation: droit foncier ou de l'eau;
   - Législation concernant les terrains bâtis;

. Restrictions sur l'utilisation des terres, les baux à ferme et les locations;

. Calcul de la taille des parcelles à distribuer.

6. Il conviendrait d'explorer la possibilité de prendre, comme bases de l'irrigation, l'accès à l'eau plutôt que les droits fonciers.
7. L'implication des femmes dans les projets d'irrigation devient plus onéreux à mesure que ceux-ci grandissent. Une meilleure planification serait à même d'apporter aux femmes des éléments d'agrément de grande importance: eau propre, bois de chauffage, élevage de petit bétail et possibilités de marché.
8. L'idée d'une solidarité étroite à l'intérieur d'un même foyer et d'une liberté pour les substitutions de main-d'oeuvre n'est que rarement présente en Afrique. Enfants et femmes n'ont pas toujours accès aux bénéfices, alors que l'apport de leur travail est vital.
9. L'irrigation procurée aux communautés de réfugiés ou destinée à décourager les habitudes pastorales représente un cas particulièrement difficile, ce qui peut expliquer ses résultats décevants dans certaines parties du Sahel et dans les terres arides de l'Afrique de l'Est.
10. Alors que, de l'opinion générale, les contraintes de type sociologique influent très fortement sur les résultats de l'irrigation en Afrique, il est remarquable de constater le faible nombre d'études systématiques consacrées à ce sujet.

Aspects économiques

1. En Afrique, les questions d'ordre économique entrent en conflit avec tous les aspects des plans de développement de l'irrigation; non seulement à cause du coût élevé des programmes mais aussi parce que, dans la situation économique actuelle, la part des dépenses renouvelables devient insupportable.
2. Le bas niveau de la technologie qui peut être employée par les exploitants est déterminé par son degré de commercialisation, par la taille restreinte de l'exploitation et par la prédominance d'une production de subsistance.
3. Pour promouvoir l'adoption d'une meilleure technologie, on a à sa disposition huit stratégies:

. Changer le type de technologie employée;

. Allouer des subventions;

- Considérer l'installation de l'infrastructure comme une aide à fonds perdu; Travailler avec des groupes;
- Promouvoir une irrigation para-étatique;
- Laisser les gros exploitants "manger" les petits;
- Faire pousser uniquement des cultures de haut rapport;
- Déterminer les régions de forte demande.

4. Dans de nombreux pays d'Afrique, la détérioration de la situation économique a sur l'irrigation des conséquences désastreuses qui conduisent les exploitants à adopter, même lorsqu'ils bénéficient d'un réseau d'irrigation, des méthodes de culturepluviale.
5. Les coûts élevés sont en partie dûs au fait que la construction et les transports coûtent plus cher en Afrique qu'en Asie; il faut ajouter aussi que les grands projets africains demandent une gestion extérieure et une énorme infrastructure. Le programme de Bura Ouest au Kenya a coûté, en 1980, 25 000 dollars par hectare.
6. Il faut, toutefois, souligner que les coûts des projets de petite taille ne sont pas significativement moins élevés que ceux des grands avis aux donateurs.
7. Dans les évaluations des projets d'irrigation, on considère, en général, le travail fourni par le groupe familial comme gratuit pour faire apparaître des bénéfices plus importants. Les systèmes de production agricole africains font au contraire apparaître des goulots d'étranglement saisonniers de la main-d'oeuvre dont le coût grimpe au fur et à mesure que se poursuit le développement économique.
8. De nombreux pays d'Afrique ont essayé d'imposer le contrôle des prix pour que soient pratiqués des prix imposés, à tous les stades du processus production-commercialisation, à l'exception des propres activités de l'exploitant. Lorsqu'on essaie de faire supporter par ce dernier l'augmentation des coûts de la production, la compression de la marge coûts-prix rend l'irrigation sans intérêt.
9. Dans l'établissement des stratégies, on a négligé celle qui consiste à rechercher des technologies d'irrigation moins chères. Les données sur l'accroissement des taux de récolte de paddy en fonction de divers changements dans les méthodes d'irrigation ont montré que les solutions les plus rentables sont obtenues soit en aidant la culture du riz des régions

marécageuses soit en apportant de légères améliorations aux projets en cours.

Aspects institutionnels

1. La présence de spécialistes en gestion de l'eau diffère beaucoup d'un pays africain à l'autre, le Soudan et les pays francophones bénéficiant d'un net avantage sur le reste de l'Afrique sub-saharienne.
2. Peu de pays savent sur quel personnel ils peuvent compter en matière d'irrigation. C'est là une lacune à combler avant de solliciter une aide éventuelle auprès des donateurs.
3. C'est un sentiment général que la gestion est le point faible de nombreux projets en Afrique. Il est vraisemblable que c'est à cause de ses liens étroits avec l'environnement, que l'irrigation est particulièrement difficile à gérer.
4. Selon les niveaux, on peut distinguer sept types de gestion:

   . Planification et supervision par secteur;
   . Gestion de la construction;
   . Gestion du projet;
   . Gestion du secteur hydraulique ou "système principal";
   . Organisations d'usagers, s'il y en a;
   . Gestion de l'eau sur l'exploitation;
   . Etude et prise en considération du rôle joué par l'environnement.

5. Les pays d'Afrique ont, en général, compté sur une aide extérieure pour mettre en place leurs principaux projets d'irrigation. De nos jours, le nombre restreint des donateurs désireux d'apporter leur aide prend tout le temps des rares équipes techniques indigènes.
6. Au Sahel, le Club du Sahel et les organisations du CILSS (Comité inter-Etats de lutte contre la sécheresse dans le Sahel) ont été créés pour coordonner les activités des donateurs à la suite de la sécheresse de 1973-1974.
7. De nombreux pays ont créé des Agences de bassin pour traiter avec les pays voisins qui partagent la même rivière et pour établir des plans à long terme. C'est sur de telles organisations que devraient s'appuyer, dans le futur, les études sur l'irrigation.

8. Une autre solution serait de créer des sociétés paraétatiques spécialisées dans l'irrigation, établissements privés qui auraient pour but d'encourager le développement des initiatives individuelles. Le NIB (National Irrigation Board) au Kenya et la SAED au Sénégal en sont de bons exemples.
9. Le niveau "projet" n'est en général pas familier aux Américains; il est, en effet, rendu indispensable par le grand nombre d'exploitants possédant de petites parcelles à l'intérieur d'un périmètre défini. Les "projets" agissent en tant que gardiens des intérêts des exploitants et remplissent un certain nombre de fonctions dont un gros exploitant américain s'occuperait directement. Il convient donc de porter une plus grande attention aux projets.
10. On se pose la question de savoir si la création d'associations d'usagers permettraient à ces dernières de prendre la place des "projets" et ainsi de réduire le style paternaliste de la gestion de l'irrigation en Afrique. Nous pensons que là se trouve le point essentiel de tout remaniement institutionnel.

Propositions de projets concrets

Pour résumer l'expérience de l'Afrique en matière d'irrigation, nous proposons vingt-cinq idées directrices qui peuvent ou non aboutir.

Pour en savoir plus

Pour ceux qui n'auraient pas la possibilité de se procurer les volumes deux et trois de ce rapport, nous y donnons les références principales sur l'irrigation en Afrique.

Troisième Partie: Implications Pour les Donateurs.

1. Pratiquement tous les observateurs recommandent de ne pas augmenter l'injection de capitaux pour l'irrigation par la simple addition de nouveaux projets. Il faut, à présent donner la priorité à la mise en place d'institutions et à la remise en état des périmètres existants.

2. Le premier pas de toute analyse serait de définir clairement de quelle manière on pourrait consolider les structures institutionnel les nécessaires au secteur de l'irrigation. On emploie bien souvent les termes "planification" et "vulgarisation" à tort et à travers, sans réaliser que ni l'AID ni les bénéficiaires ne savent ce que ces mots recouvrent.
3. Il faut que l'AID se rende compte qu'elle ne sera, en général, qu'un donateur modeste en ce qui concerne l'irrigation. Cela sous-entend que, pour tirer le maximum de profit d'un large éventail d'activités concrètes, il lui faut comprendre que sa collaboration se fera dans un contexte où la plupart des coûts primaires sont supportés par d'autres organismes donateurs.
4. La compétence américaine dans le domaine de l'irrigation sur le continent africain est mince, d'une part à cause de l'engagement très faible de l'AID mais aussi à cause des barrières linguistiques (Français, Arabe et Portugais); s'y ajoute la prédominance de l'assistance apportée par les anciennes puissances coloniales (France, Angleterre). Un sérieux effort planifié sera nécessaire pour changer la situation, soit en "s'accrochant aux basques de ceux qui sont déjà dans la place" soit en instituant un système rotatif de bourses post-doctorales.
5. Il faut reconnaître que le gouvernement américain <u>finance</u> les projets d'irrigation en Afrique par le truchement de l'IDA (Association internationale de développement)/Banque mondiale. Jusqu'à présent, la Banque a rarement fait appel aux compétences américaines pour les évaluations de ses projets d'irrigation. Toutefois, les piètres performances de ces derniers indiquent qu'il reste beaucoup à faire. Un effort conjoint de l'AID et de la Banque pour renforcer le soutien institutionnel doit être sérieusement étudié.
6. Déjà l'AID a mis en route plusieurs projets de "recherche sur les systèmes agricoles", désignés par la suite par FSR (Farming Systems' Research"), dans des pays où l'irrigation est importante comme le Soudan, le Niger et la Tanzanie (entre autres). Ces projets sont déjà opérationnels et vont pouvoir s'adjoindre une composante irrigation. <u>Cela met en lumière le fait que dans les projets FSR on porte une plus grande attention à l'irrigation.</u>
7. De nombreux pays africains ont créé des Agences de bassin d'un type ou d'un autre. Nous avons remarqué que ces Agences étaient, habituellement, pour un pays donné, les seules institutions chargées de la planification de

l'irrigation déjà existante. Il faut que l'AID étudie un "forfait" d'assistance modeste pour renforcer l'efficacité de ces Agences. On pourrait y inclure:

- Une formation au niveau du M.S. (d'abord aux Etats-Unis mais avec la thèse faite dans le cadre de l'environnement d'origine), suivie de stages dans le pays concerné.
- L'organisation de séminaires en Afrique ou à travers la région pour attirer l'attention des Agences de bassin sur de nouveaux concepts, procédures et ressources (comme la participation des exploitants, la télédétection); et.
- Des procédures simplifiées de planification et de surveillance adaptées à l'Afrique (reconnaissance rapide, etc...).

8. L'absence presque totale de renseignements sur la main-d'oeuvre dont on peut disposer pour l'irrigation est une lacune des plus importantes qu'il faut combler. Une approche systématique de la formation exige de connaître les besoins en personnel formateur, information qui n'est tout simplement pas disponible.
9. Compte tenu des coûts élevés des investissements en irrigation et des nombreuses difficultés provenant d' estimations erronées du coût de la main-d'oeuvre, l'aspect économique devient le souci primordial de la politique à suivre. Il faut que chaque REDSO (Regional Economic Development and Services Office) comporte au moins un économiste en irrigation, ce pourrait être une position alternative de boursier, pour augmenter rapidement le nombre de personnes familiarisées avec l'économie d'irrigation.
10. Les REDSO régionaux de l'AID pourraient être des centres d'affectation intéressants pour des stagiaires qui y acquèreraient rapidement une grande expérience comparative. Il faut que ces équipes aient dèjà accompli des missions sur le terrain (M.S ou Ph.D dans un environnement rural africain). Le cadre des REDSO permet le maximum de souplesse dans les affectations des équipes et répartit le poids du soutien sur plusieurs pays. Nous recommandons vivement l'élaboration d'un programme qui renforce les compétences en matière d'irrigation au niveau du REDSO.
11. La gestion des "projets" telle qu'elle se présente actuellement en Afrique dépend beaucoup des différentes routines internes précédents, méthodes

empiriques et procédures administratives. Bien que rarement valables en dehors de l'agence concernée, tous ces éléments ont une influence énorme sur la productivité obtenue par l'exploitant et sur son engagement. En ce qui concerne l'amélioration de la participation et du concours des femmes, on peut se demander si de telles dispositions sont adéquates. Nous suggérons qu'un dialogue et une recherche comparative sur ces aspects procéduriers, d' "O & M" (Operation and Maintenance, c'est-à-dire, fonctionnement et entretien), constituent un domaine d'études spéciales.

12. La question de savoir pourquoi l'entretien des réseaux d'irrigation est si lamentable en Afrique devrait faire l'objet d'une enquête multidisciplinaire. S'il est dans les intentions des donateurs de financer des projets de rénovation, il leur faut d'abord savoir pourquoi l'entretien est en général négligé. La remise en état d'installations plus anciennes ne sera que d'un bénéfice passager si l'on n'apporte aucun changement dans son fonctionnement.

13. Les donateurs ont aussi de puissants moyens de pression pour obliger à prêter attention aux besoins des bénéficiaires. De nombreux changements, relativement simples, dans les procédures, permettraient d'accroître de façon considérable les avantages apportés aux femmes par l'irrigation. Ils pourraient favoriser des échanges d'expériences dans ce domaine, pour déterminer comment fournir aux femmes de meilleurs moyens d'influer sur la gestion des réseaux. Pour l'AID à Washington, l'avantage procuré aux chercheurs des Etats-Unis qui s'intéressent à des sujets sur les "WID" (Women and Development, ou rôle des femmes dans le développement) est une chance à saisir: un niveau modeste d'aide conduirait à des résultats rapides. Il serait également possible d'aider une petite unité de la FAO qui a examiné le rôle des femmes dans le développement agricole de l'Afrique (peut-être en finançant un poste d'expert associé au projet).

14. Les possibilités de l'irrigation sur de petits périmètres ont sérieusement attiré l'attention des donateurs européens (Underhill, 1984). On pourrait alors faire appel, à titre comparatif, et pour bâtir des projets en Afrique, à l'expérience de l'AID en cette matière au Sri Lanka, en Indonésie et aux Philippines. L'AID pourrait également apporter son aide en fournissant de la documentation sur des installations de petite taille en exploitation, et en favorisant des échanges d'expériences entre pays africains. Il serait en

particulier utile d'avoir des informations sur la façon dont les technologies de l'irrigation (et les aides qui leur sont nécessaires) se répandent parmi les petits entrepreneurs.

15. Le gouvernement des Etats-Unis a toujours comme objectif d'accroître le rôle du secteur privé. En Afrique, ceci se complique du fait de l'existence de minorités extérieures et d'une forte dualité au sein du secteur agricole. Parmi les perspectives offertes au donateur on distingue:

- Un effort systématique pour récupérer l'expérience considérable acquise par les firmes de consultants privées, qui ont joué un rôle considérable dans la conception des projets d'irrigation en Afrique;
- Un encouragement aux échanges de compétences entre des entités de grande taille, à but commercial, et des agences publiques ou des PVO (Private Volunteer Organization, Organisations privées de bénévoles) qui ont aidé à la construction de petites installations d'irrigation;
- La création d'un meilleur "soutien" technique pour les projets d'irrigation des PVO ou des ONG;
- La possibilité d'aider les agriculteurs et leurs projets de petite taille, de type "jardin pour le marché", par l'attribution de crédits, spécialement pour l'achat et l'entretien de pompes.Il faut cependant rester très prudent en la matière, dans la mesure où de tels projets présentent de grands risques.

16. Si l'on ne peut se servir pour la conception des nouveaux projets des données provenant de systèmes déjà opérationnels, c'est à cause du fossé existant entre les ingénieurs civils chargés de la construction et les agronomes, venus de l'extérieur (fournis par la FAO) comme conseillers à la production agricole. Dans la plupart des pays africains, le génie de l'irrigation n'existe pas encore en tant que discipline. Il convient donc que les donateurs encouragent toutes mesures qui permettent de faciliter l'émergence d'un génie de l'irrigation constituant un tout, englobant à la fois la conception et la construction des systèmes, la gestion de l'eau et l'agronomie.

17. Le bureau de l'AID/Washington doit reconnaître qu'à cause du petit nombre de ses projets relatifs à l'irrigation en Afrique de l'Est et du Sud, il ne peut

tabler sur la méthode "formation des participants" qui permet d'améliorer sur place les compétences des techniciens. Si les pays africains doivent envoyer leurs équipes aux Etats-Unis pour y être formées, ils doivent le faire d'une autre manière. Nous y voyons là l'occasion de créer une nouvelle discipline professionnelle; toutefois, nous mettons en garde contre le fait que, pour l'instant, toute formation effectuée aux Etats-Unis risque de ne pas répondre aux conditions africaines.

18. En ce qui concerne le choix des technologies, nous soulignons dans ce rapport de nombreux problèmes. En tout premier lieu, les donateurs peuvent éviter bien des difficultés de gestion en évitant d'envoyer du matériel "orphelin" inutilisable. Ils peuvent aussi renforcer les services de réparations locaux, objectif que s'est assigné plusieurs fois l'AID (au Sénégal et au Mali) mais qui semble extrêmement difficile à atteindre. Peut-être serait-il bon que les pays et les donateurs échangent leurs expériences? Il y a plus précisément des cas où, de toute évidence, les technologies employées se révèlent inadéquates:

- Absence de systèmes de pompes à basse énergie qui seraient dans les possibilités financières des petits exploitants;
- Promotion de systèmes combinant une irrigation complète pour un cycle de culture et une irrigation complémentaire pour les cultures pluviales.
- Echec fréquent des prévisions des multiples usages de l'eau d'irrigation (bétail, usage domestique etc...);
- Nécessité d'échanger des propositions sur l'emploi de matériel à traction animale adapté au cheptel africain moins lourd;
- Echange d'expériences sur des travaux effectués sur des sols argileux lourds; et
- Développement de moyens pour faire bénéficier les cultures céréalières pluviales, d'une irrigation complémentaire lors de périodes de sécheresse en cours de saison.

19. La production de cultures irriguées rencontre de sérieuses difficultés en Afrique: épuisement des sols, accroissement des nématodes et des parasites et prolifération de mauvaises herbes dans les champs et dans l'eau. Parce que

leurs conséquences ne sont pas immédiates, on en a sous-estimé l'influence désastreuse sur les rendements des cultures. Nous n'avons pas de solution précise à proposer mais nous avons signalé à la "National Academy of Sciences" l'aide que les Etats-Unis ont déjà apportée de façon qu'elle puisse s'en servir pour des échanges d'informations techniques.

20. C'est dans le domaine de l'application de la télédétection (LANDSAT etc...) à l'agriculture que les Etats-Unis conservent un certain avantage. Contrairement à une certaine opinion répandue aux Etats-Unis, la poursuite de ces activités s'appuyant tout spécialement sur la compétence des Etats-Unis en prévisions météorologiques est vitale. (Ce sont, par exemple, ces données qui ont permis de mettre en évidence que la sécheresse qui sévit actuellement en Afrique n'est pas causée par l'homme). C'est une nécessité stratégique pour les Etats-Unis et tout donateur concerné par le potentiel vivrier africain que d'associer profils pluviométriques régionaux et planification des bassins hydrauliques. On a négligé la rubrique "signes précurseurs" qui permettrait aux pays disposant de réseaux d'irrigation de donner la priorité aux céréales en cas d'années sèches.

21. En général, c'est de l'environnement que proviennent les obstacles (surtout dans le domaine de la santé) les plus sérieux pour l'irrigation. Les différents pays risquent de ne pas s'intéresser à une surveillance sur le long terme de l'environnement et de ne pas disposer de la technologie voulue. Comme dans le passé, c'est la pression exercée par les donateurs qui a forcé à inclure ce sujet dans la conception des projets. La présence du PNUE (Programme des Nations Unies pour le développement) à Nairobi qui a souvent sponsorisé des travaux extrêmement utiles sur les questions d'énergie et d'environnement de l'agriculture africaine, offre un point de départ possible pour amplifiefer l'étude de cet aspect de l'irrigation en Afrique. De plus, il est nécessaire d'échanger les informations sur les coûts publics de santé par rapport aux différents types d'irrigation.

22. Enfin, nous n'aurions pas pu faire ce rapport sans avoir pu consulter les documents sur l'irrigation du "London's Overseas Development Institute", ODI. Ce dernier est déjà en relation avec beaucoup d'agents d'irrigation en Afrique; la tâche est toutefois devenue trop lourde à mener pour ses possibilités actuelles. Etant donné qu'une importante proportion des adhésions "passives" au réseau d'irrigation de l'ODI est américaine, il serait souhaitable que les Etats-Unis lui apportent une aide même modeste.

PANORAMA DE L'IRRIGATION EN AFRIQUE

Résumé

Table des matières

	Page
PREFACE	ii
REMERCIEMENTS	iii
RESUME ANALYTIQUE	v
PREMIERE PARTIE: INTRODUCTION	1
DEUXIEME PARTIE: LES LECONS DE L'EXPERIENCE	13
1. Possibilités futures de l'irrigation face à la demande	13
2. Utilisation conjointe des nappes	21
3. Problèmes dûs à la nature des sols	23
4. Les systèmes existants	26
5. Considérations liées à l'ingénierie	28
6. Agronomie	32
7. Influence de l'environnement	38
8. Aspects sociaux	39
9. Aspects économiques	45
10. Aspects institutionnels	52
11. Propositions de projets concrets	59
12. Pour en savoir plus	61
TROISIEME PARTIE: IMPLICATIONS POUR LES DONATEURS	63
Problèmes en présence	63
1. Où et quand accorder des subventions?	64
2. De nouveaux projets ou une remise en état?	65
3. Drainage ou plus de travaux d'irrigation?	66
4. Projets d'irrigation, grands ou petits?	66
5. Investissement direct ou soutien des prix?	67
6. Développement par le secteur public ou privé?	68
7. Energie hydraulique contre irrigation?	69
8. Matériel ou gestion?	71
9. Utilisation conjointe des nappes?	72
10. Agences de Bassin ou projets individuels?	72
11. Possibilités d'autres sources d'énergie?	74
12. Riz de marécage ou riz pluvial?	75
13. Détenteurs de droits contre agriculteurs?	76

TABLE DES MATIERES (suite)

Page

14. Irrigation totale ou complémentaire? 77
15. Transfert ou création de nouvelles techniques? 78

Lacunes 79
1. Génie de l'irrigation 79
2. Planification de la main-d'oeuvre et des secteurs concernés . . 80
3. Documentation relative au projet 81
4. Aménagement des "vertisols" 82
5. Désherbage 82
6. Entretien 83
7. Vulgarisation de l'irrigation 84
8. Economie domestique 85
9. Compétence américaine en irrigation 86

Stratégies de l'AID 87
1. Coopération avec les autres donateurs 89
2. Incorporation de l'irrigation aux projets du FSR 90
3. Mauvaise systémique et remise en état 91
4. Agence de Bassin et planification de l'irrigation 93
5. Applications de la télédétection 94
6. Rôle des femmes dans le développement de l'irrigation 95
7. Réseaux d'irrigation de petite taille 95
8. ONG et secteur privé 96
9. Renforcement de l'aide américaine 97

Combler les lacunes 98

ANNEXE A: RESUME DES DOCUMENTS DE TRAVAIL 101

1. Peter H. Stern. - A Review of Irrigation Technology in Tropical Africa 101

2. Mary Tiffen. - Land Tenure Issues in Irrigation Planning, Design and Management in Sub-Saharan Africa 109

3. Linden Vincent. - Prospects for Irrigation Development in Hydrological Environments of Africa 117

4. Donald G. Humpal. - Agronomy and Irrigation in Sub-Saharian Africa 127

ANNEXE B: REFERENCES 139

RAPPORTS DES PROJETS DE SYNTHESE DE GESTION DE L'EAU. . 151

LISTE DES TABLEAUX

		Page
Tableau 1.	Coefficients d'autosuffisance en nourriture	2
Tableau 2.	Prévisions de la FAO pour l'irrigation en Afrique, 1982 (Afrique Sub-Saharienne)	4
Tableau 3.	Questions clés en politique de l'irrigation	10
Tableau 4.	Systèmes de production agricole en fonction de l'aridité .	14
Tableau 5.	Caractéristiques physiques d'une irrigation de petite taille	15
Tableau 6.	Types d'irrigation de petite taille par régions agricoles	17
Tableau 7.	Production de riz irrigué dans les principaux pays producteurs (1982)	34
Tableau 8.	Estimation du coût de la construction de périmètres d'irrigation au Sahel (1985)	49
Tableau 9.	Production supplémentaire de paddy justifiant des investissements d'irrigation	53

PREMIERE PARTIE:

INTRODUCTION

La sécheresse qui a, en 1983-84, affecté une grande partie de l'Afrique sub-saharienne a, une fois de plus, mis en évidence l'incapacité du continent à nourrir sa population. Entre 1964-1966 et 1978-1980 la plupart des pays africains ont connu un déclin significatif de leur autosuffisance alimentaire (Tableau 1). Il y a là un contraste frappant avec ce qui s'est passé durant la même période en Amérique Latine et en Asie. En attribuant le coefficient 100 à la production moyenne par personne, les chiffres donnés par l'USDA (Département de l'agriculture américain) montrent que l'Afrique est au-dessous de 80 % alors que pour la même période, 1961-1965, l'Asie et l'Amérique Latine atteignent 115%.[1]

Qu'en Afrique le fossé entre une population en augmentation et une production agricole en diminution se creuse de jour en jour est un fait bien connu qui a fait l'objet de nombreux commentaires.[2] Pourtant, on n'arrive pas à démêler les raisons pour lesquelles, en dépit de nombreux programmes de développement rural, l'emploi d'une technologie permettant d'augmenter la production alimentaire reste problématique, sinon en théorie, du moins au vu des résultats réels. Le coeur du problème est de savoir si une plus grande utilisation de l'irrigation pourrait lever les contraintes qui pèsent sur la production alimentaire; soit en stabilisant les ressources en produits alimentaires dans les régions affectées par la sécheresse, soit en permettant aux exploitants des autres régions d'utiliser des engrais et des variétés à plus fort rendement (comme cela s'est fait en Asie dans les années 60). C'est là le souci fondamental de ce "Panorama de l'irrigation en Afrique" qui essaie de prendre la mesure de l'expéri-

---

[1]Chiffres cités (1985:65) dans une plaquette appelée "Famine, a Man-Made Disaster" et publiée par la "Independent Commission on International Humanitarian Issues".

[2]La meilleure source d'introduction sur ce sujet reste l'ouvrage de Carl Eicher "Facing Up to Africa's Food Crisis",1982, Foreign Affairs, Vol. 61, No 1 (Fall), pp.151-174.

TABLEAU 1

Coefficients d'autosuffisance alimentaire*

	1964-66 moyenne %	1978-80 moyenne %	1980 population (millions)
Pays d'Afrique sub-saharienne à faible revenu			
Bénin	95	89	3,4
Burkina-Faso	99	94	6,1
Burundi	98	95	4,1
Cap-Vert	58	8	0,3
République Centrafricaine	92	90	2,3
Tchad	100	97	4,5
Comores	56	50	0,4
Ethiopie	99	93	31,1
Gambie	89	56	0,6
Ghana	83	71	11,5
Guinée	91	85	5,4
Guinée-Bissau	88	60	0,8
Madagascar	98	91	8,7
Malawi	101	97	6,1
Mali	99	96	7,0
Mozambique	90	64	12,1
Niger	104	98	5,5
Rwanda	99	96	5,2
Sierra Leone	91	87	3,5
Somalie	81	54	4,3
Soudan	96	98	18,7
Tanzanie	96	93	18,1
Togo	96	89	2,5
Ouganda	98	99	12,6
Zaïre	68	66	28,9
Angola	110	64	7,6
Botswana	25	37	0,9
Cameroun	95	87	8,4
République populaire du Congo	26	21	1,6
Gabon	23	24	0,7
Côte d'Ivoire	73	71	8,3
Kenya	97	96	16,6
Lesotho	93	77	1,3
Liberia	79	73	1,9
Mauritanie	69	20	1,5
Namibie	100	100	1,0
Nigeria	98	84	84,7
Sénégal	73	68	5,7
Swaziland	86	85	0,6
Zambie	97	79	5,6
Zimbabwe	96	113	6,9

$$^{*}\text{Autosuffisance} = \frac{\text{Production de céréales}}{\text{Production + importations - exportations de céréales}} \times 100$$

Source: Banque Mondiale, Economic Analysis and Projection Department. Cité dans Sing S., 1983, Sub-Saharan Agriculture. World Bank Staff Working Paper No. 608, Tableaux 1 et 6.

ence de l'Afrique en irrigation et des possibilités qui s'offrent dans ce domaine aux technologies qui y sont employées. On a estimé que des 33,6 millions d'hectares de terres irrigables de l'Afrique sub-saharienne, seuls 2,7 millions le sont de façon moderne; de ces dernières, 1,7 million appartient à un même pays, le Soudan (Tableau 2). Même si l'on inclut dans ces chiffres ceux qui se rapportent aux formes locales et traditionnelles de l'irrigation, il n'y a en Afrique que 5,3 millions d'hectares irrigués, soit à peine 16% de ce qu'il serait possible de faire (FAO, 1985:13).

Les installations d'irrigation existantes sont très irréguliérement réparties en termes de taille. Selon une estimation de la FAO, on trouve 1,8 million d'hectares dans de grandes installations, comportant chacune plus de 10 000 hectares, le plus souvent créées à l'aide de fonds gouvernementaux; un autre million, environ, est constitué d'unités allant de 500 à 10 000 hectares (la moitié d'entre elles sur des propriétés privées). Quant à l'irrigation traditionnelle, elle s'est développée sur des terrains de très petite taille, le plus souvent de moins d'un hectare. On a donc aux deux extrêmes, d'un côté quelques très grandes installations, sous contrôle gouvernemental, dirigées de façon bureaucratique et occupant des milliers d'hectares; et d'un autre côté des milliers de minuscules lopins de terres irriguées par de petits cultivateurs, (le plus souvent) sur des terrains situés dans des fonds de vallées. Là où les propriétés privées existent, elles présentent souvent un caractère agro-industriel (par exemple avec des cultures de canne à sucre), ce qui les fait ressembler aux installations de type gouvernemental. Il est remarquable de constater combien les opérateurs à caractère commercial de fermes de quelques centaines d'hectares sont absents du paysage africain.

Le tableau 2 montre qu'il existe de très fortes disparités quant au degré de développement dans plusieurs pays de l'Afrique sub-saharienne. A la date de 1982, neuf d'entre eux seulememt possèdaient 50 000 hectares ou plus irrigués de façon "moderne": l'Ethiopie (68 000 ha), la Guinée (50 000 ha), Madagascar (160 000ha), le Mali (93 000 ha), le Mozambique (66 000 ha), le Sénégal (93 000 ha), le Soudan (1 700 000 ha), le Swaziland (55 000 ha) et le Zimbabwe (140 000 ha). Le secteur irrigué du Soudan constitue à lui seul 62% de toute la surface irriguée des pays sub-sahariens.C'est pourquoi, dans la plupart des généralisations qui seront faites dans cette étude, le Soudan constitue un cas à part. Que Madasgascar vienne en second peut sembler inattendu à certains: c'est là en partie le reflet d'une

TABLEAU 2

ESTIMATIONS DE LA FAO SUR L'IRRIGATION AFRICAINE, 1982 (AFRIQUE SUB-SAHARIENNE) *

Pays	Potentiel irrigation ('000ha)	Zone mise en valeur en 1982			
		Moderne	Petite Echelle Traditionnelle ('000ha)	Total	%du Potentiel développé
Angola	6 700	0	10	10	<1
Benin	86	7	12	19	22
Botswana	100	0	12	12	12
Burkina Faso	350	9	20	29	8
Burundi	52	2	4	6	12
Cameroun	240	11	9	20	8
République Centrafricaine	1 900	0	4	4	<1
Tchad	1 200	11	35	46	4
Congo	340	3	5	8	2
Ethiopie	670	68	45	113	17
Gabon	440	0	1	1	<1
Gambie	72	6	20	26	36
Ghana	120	8	50	58	78
Guinée	150	50	135	185	>100
Guinée Bissau	70	-	-	-	-
Côte d'Ivoire	130	33	29	62	48
Kenya	350	21	28	49	14
Lesotho	8	0	1	1	13
Liberia	-	8	16	24	-
Madagascar	1 200	160	800	960	80
Malawi	290	19	2	21	7
Mali	340	93	57	150	44
Mauritanie	39	3	20	23	59
Ile Maurice	-	9	5	14	-
Mozambique	2 400	66	4	70	3
Niger	100	7	17	24	24
Nigeria	2 000	35	805	840	42
Rwanda	44	0	15	15	34
Sénégal	180	98	89	187	>100
Sierra Leone	100	5	100	105	>100
Somalie	87	35	50	85	98
Soudan	3 300	1 700	-	1 700	52
Swaziland	7	55	5	60	>100
Tanzanie	2 300	34	106	140	6
Togo	86	2	8	10	12
Ouganda	410	9	3	12	3
Zaïre	4 000	4	38	42	1
Zambie	3 500	14	2	16	<1
Zimbabwe	280	140	6	146	52
TOTAL	33 641	2 725	2 568	5 293	15,7

* On ne dispose pas de chiffres pour la Guinée Equatoriale

** En milliers d'hectares

*** En milliers d'hectares.

irrigation traditionnelle apportée, il y a plusieurs siècles, par les immigrants de l'Asie du Sud-Est (la surface d'irrigation traditionnelle de Madagascar est de 800 000 hectares). En ce qui concerne les systèmes d'irrigation traditionnelle de petite taille, le Nigeria (840 000 hectares), la Tanzanie (140 000 hectares) et la Sierra Leone (105 000 hectares) occupent une place non négligeable. L'irrigation à petite échelle des "fadamas" du Niger-fonds des vallées, sols argileux et la culture du "riz de marécage" de la Sierra Leone sont peu connus en dehors de l'Afrique; elles constituent pourtant des exemples significatifs de développement non programmé d'une irrigation à petite échelle.

Les chiffres globaux sur l'irrigation réelle et potentielle en Afrique ont malheureusement une base empirique peu sûre et ne sont en fait que des estimations "à vue de nez". Néanmoins, les chiffres du tableau 2 fournis par la FAO nous amènent à faire deux commentaires. Tout d'abord, l'exploitation des possibilités actuelles d'irrigation varie beaucoup d'un pays africain à l'autre. Cela va de la pleine exploitation (95% ou plus) en Guinée, au Sénégal, en Sierra Leone, en Somalie et au Swaziland à un très faible niveau de développement (au-dessous de 10%) en Tanzanie, au Mozambique, au Malawi, au Cameroun et au Tchad. Alors qu'on pourrait se poser des questions sur les totaux individuels (il semble difficile de penser que les estimations pour la Somalie réflètent les perspectives d'avenir du drainage de la vallée du Juba), il semble bien que l'installation de l'irrigation ait été déterminée jusqu'à présent plus par des facteurs historiques que par ses futures possibilités.

On peut ensuite remarquer que ce sont les pays dont les ressources en eau sont le moins développées qui sont laissés pour compte quand on en vient à l'irrigation. Contre toute attente, il s'agit, selon la FAO, de l'Angola (6,7 millions d'hectares), du Zaïre (4 millions d'hectares), de la Zambie (3,5 millions d'hectares), du Soudan (3,3 millions d'hectares), du Mozambique (2,4 millions d'hectares), de la Tanzanie (2,3 millions d'hectares) et du Nigeria (2 millions d'hectares). De ces sept pays, seuls le Soudan et le Nigeria ont lancé des programmes de développement de l'irrigation qui soient à la mesure de leurs ressources. Etant donné que plusieurs de ces pays possèdent un potentiel hydroélectrique important, il semblerait que les régions du continent qui possèdent le meilleur potentiel technologique à long terme en irrigation ne sont pas celles qui bénéficient actuellement des investissements, ni celles auxquelles on porte attention. En effet, plusieurs des pays qui jouent un rôle clé dans le contrôle des

ressources hydrauliques de leurs voisins (comme la Guinée, l'Ethiopie, la Tanzanie et l'Angola) se trouvent en dehors de la sphère d'influence des Etats-Unis. L'Ethiopie, en particulier, est très poussée à développer son propre système d'irrigation à partir de rivières dont dépendent fortement l'Egypte, le Soudan et la Somalie. Ceci met en lumière le besoin d'une plus grande coopération pour la planification des ressources hydrauliques et d'une plate-forme de discussion sur le développement futur de l'Afrique qui soit indépendante des pouvoirs politiques. Cela est d'une importance vitale pour assurer, dans les années à venir, l'autosuffisance alimentaire de l'Afrique; mais cela va au-delà du propos de cette étude.

C'est un fait fondamental que les cultures irriguées reviennent plus cher que les cultures pluviales. C'est pourquoi elles sont habituellement employées uniquement lorsque l'humidité naturelle est très faible ou lorsque l'horticulture permet de contrebalancer des coûts de production plus élevés. Ce sont, toutefois, les pays d'Afrique les plus pauvres où les investissements sont rares et où la pluviosité suffit géneralement à la vie des habitants, qui ont le plus grand potentiel d'irrigation. On a, au contraire, mis l'accent sur le développement de l'irrigation dans les pays arides du Sahel ou dans les pays où une production commerciale justifie un accroissement des investissements (comme par exemple, le Zimbabwe, le Zwaziland et l'Ile Maurice).

D'après les estimations de la FAO, il y a huit pays où plus de 85% de la région bénéficie d'une saison de culture de moins de 200 jours et où la population dépasse les possibilités de production alimentaire: le Sénégal, la Mauritanie, le Burkina-Faso, le Mali, le Niger, la Somalie, le Kenya et le Bostwana (FAO, 1985:5).Si l'on veut inclure dans cette liste les pays qui jouissent d'une période de culture pluviale de moins de 120 jours sur un quart de leur territoire (là où il faudrait mettre l'accent sur l'irrigation), il faut ajouter le Tchad, le Soudan, l'Ethiopie, la Tanzanie et le Zimbabwe. Avec Madasgacar, comme treizième pays, on a là les principaux pays pour lesquels le développement de l'irrigation devrait, à court terme, être envisagée en priorité par les organismes donateurs.[3]

---

[3]On pourrait ajouter le Nigeria et le Ghana, à cause de leurs concentrations de populations dans les zones les plus arides des régions du Nord, ou encore des pays comme la Gambie, la Sierra Leone ou le Cameroun à cause de leurs systèmes d'irrigation déjà existants.

Le coût élevé des plans actuels d'irrigation en Afrique et leurs performances relativement pauvres compliquent la situation. Les coûts de construction des réseaux d'irrigation africains existants sont en général élevés; des chiffres de l'ordre de 10 000 dollars ou plus par hectare sont fréquemment mentionnés. Quand de tels coûts sont financés par des prêts, il est inévitable que l'irrigation soit limitée à des cultures de gros rapport ou d'exportation, qui permettent un amortissement rapide. C'est là tout le paradoxe: alors que la raison d'être du développement de l'irrigation a souvent été l'espoir d'accroître la sécurité alimentaire, elle n'est pas, et de loin, utilisée pour produire l'alimentation de base du continent africain.

Aux coûts de l'installation en elle-même, il faut ajouter des coûts renouvelables importants qui vont de pair avec l'irrigation. L'entretien du personnel expatrié, le pompage de l'eau et les transports peuvent atteindre des sommes très élevées dans le contexte africain et peser très lourd sur les finances du pays. Pour certaines cultures, comme le blé irrigué, l'importation de toutes les fournitures nécessaires coûte plus cher que l'importation directe du produit. Pour certains pays qui ne disposent pas d'une main-d'oeuvre adéquate ou qui connaissent des difficultés de balance des paiements, l'introduction de l'irrigation fait appel à des ressources qui sont déjà en quantité limitée.

Les performances globales des projets individuels ne figurent pas, en général, dans les statistiques officielles, bien que l'on ait fort bien décrit ceux qui ont donné les meilleurs résultats. [4]De manière générale, on a obtenu des résultats bien inférieurs quelquefois très inférieurs à ce que l'on espérait.

Il y a eu des retards dans la mise au point des plans; la région irriguée bien souvent ne correspond pas à ce qui a été prévu, comme par exemple à Bura au Kenya; les rendements restent au-dessous du niveau necessaire pour rembourser les frais engagés; de nombreux systèmes se sont détériorés tellement vite qu'il a fallu avoir recours à de nouveaux emprunts avant que les premiers n'aient été entièrement remboursés. Dans l'ouvrage de Montgomery sur la comparaison des

---

[4]Les mieux décrits sont les périmètres de faible taille; voir Adams (1981), Fresson (1978), Keller et al. (1982), Miller (1984) et Patterson (1984). Pour le Soudan, on a comme autres auteurs: Gezira (voir Barnett, 1977 et 1981), et Gaitskell (1959); Rahad, Benedict et al. (1982); New Halfa (Pearson, 1980); Fahim (1981) et Salem-Murdock (1984). Sur le Mwea au Kenya, voir Chambers et Moris (1973 et 1977) et Clayton (1983); sur Vuvulane au Swaziland, voir Cobban (1983) et Tuckett (1977).

performances des systèmes d'irrigation, le système du Mwea est le seul à avoir reçu la mention "moyen".

Les coûts élevés de l'irrigation, l'important volume d' importations qu'elle entraîne, les performances médiocres de beaucoup de réseaux existants et les courants économiques font dire à certains que de nouveaux investissements dans l'irrigation ne se justifient pas. Si une aide doit être apportée au sous-secteur de l'irrigation, elle doit être concentrée sur la remise en état des réseaux déficients (un point de vue que nous reprenons dans la troisième partie). A l'opposé de cette thèse, se trouvent ceux qui, au vu de l'urbanisation rapide de l'Afrique et de la surface importante des terres qui pourraient être irriguées, adoptent une perspective à long terme et préconisent une augmentation massive des investissements pour l'irrigation. Entre les deux, il y a ceux qui, comme nous, sont partisans d'une politique à moyen terme de recherche de coûts moins élevés (peut-être en intensifiant l'aide aux ONG et au secteur privé non organisé) tout en améliorant les structures institutionnelles qui permettraient d'aider l'agriculture irriguée.

Le manque d'informations systématiques sur les performances actuelles des réseaux et les contradictions à l'intérieur même des programmes rendent difficile l'élaboration d'une politique raisonnable. Nous avons le sentiment qu'il convient de se poser cinq questions fondamentales avant de choisir la politique à suivre:

1. Les difficultés que l'on rencontre actuellement sur le terrain sont-elles la conséquence naturelle d'interventions technologiques "de première génération"? Si oui, alors l'injection de capitaux supplémentaires pour fournir une infrastructure adaptée et l'assistance nécessaire se justifient, surtout au vu de la sous-exploitation du potentiel d'irrigation de l'Afrique. Dans le cas contraire, un plus grand développement ne fera qu'augmenter les pertes.

2. Quelle est la nature de l'influence des différentes composantes de l'environnement naturelle, économique, sociale, administratif et politique et comment varie-t-elle en fonction de l'emplacement et des différentes technologies employées? Dans le passé, on a peu tenu compte dans les programmes de l'emplacement ou du choix de la technologie. Il apparaît maintenant que ces deux facteurs sont d'une importance cruciale dans le contexte africain à tel point qu'il n'existe pas, pour un pays donné, un type d'irrigation idéal.

3. Y a-t-il une forme spécifique d'irrigation qui puisse assurer le plus longtemps possible la sécurité alimentaire de l'Afrique? Il faut là évaluer la

population qu'elle peut, sur le long terme, nourrir par elle-même. Le rôle primordial d'une meilleure gestion de l'eau comme condition préalable de l'adoption de variétés à plus haut rendement en Asie suggère que pareil changement peut être nécessaire pour augmenter la productivité de l'agriculture en Afrique.

4. Ne pourrait-on pas trouver des formes d'irrigation moins chères ou plus adaptées, qui répondent aux moyens des petits exploitants et qui puissent être employées pour des cultures de moindre valeur? Il est bien clair que si l'irrigation reste une technique d'importation chère, elle restera limitée à des réseaux à caractère agro-industriel ("grosses propriétés") ou à leurs équivalents para-étatiques, comme le modèle Gezireh/Mwea.

5. S'il n'y a pas d'unités de taille moyenne fonctionnant sous le contrôle d'opérateurs, il y a de fortes chances pour que le choix de la technologie ne relève pas de la demande. Dans ce cas, quelles structures institutionnelles peuvent être crées pour remplacer les initiatives individuelles des exploitants? Comment pourra-t-on obtenir que les agences para-étatiques et les sociétés multinationales qui foisonnent dans le domaine de l'irrigation aient un comportement responsable, soucieux de rentabilité et innovateur?

Telles sont les questions fondamentales qui resteront sans réponse si on ne se place pas d'abord au niveau de l'installation elle-même. On conclut principalement, dans ce rapport, que beaucoup de pays africains ont besoin de développer une large approche sectorielle de la mise en valeur de l'irrigation. A aucun moment nous ne suggérons qu'il leur faut un "modèle" institutionnel ou technologique uniforme et passe-partout. Au contraire, nous estimons que la conception de systèmes individuels est difficile si, au niveau national, les questions relatives à la production de denrées alimentaires et aux prix pratiqués sont laissées de côté. Les problèmes qui nous semblent relever d'une politique nationale sont présentés dans le tableau 3 par ordre d'importance décroissante. En effet, la détérioration de la situation économique de nombreux pays d'Afrique sub-saharienne exige la révision des priorités à donner en matière d'investissements.

Ce "panorama" se propose de résumer l'expérience de l'Afrique en irrigation, de proposer quelques "leçons", aussi bien pour les responsables des politiques et de la conception des projets (deuxième partie) que pour les éventuels donateurs (troisième partie). Les informations peu satisfaisantes dont on dispose sur l'agriculture irriguée en Afrique ne permettent pas de répondre à toutes les

TABLEAU 3

QUESTIONS CLES A PROPOS DE L'IRRIGATION

A. Politique alimentaire

Tendances de la consommation. Quelles denrées essentielles choisir ?
Achat des produits dans le pays ou à l'étranger?
Seuil de fluctuation tolérable ?
Politique des prix ?
Subventions urbaines/rurales ?

B. Equilibre entre agriculture irriguée et agriculture pluviale

Coûts comparés de la production par régions.
Place des importations dans la production.
Coûts comparés des transports.
Possibilités techniques offertes à chacun ?
Quelle aide apporter quand augmente la densité de la population ?
Que faut-il apporter en plus ?

C. Choix du type d'irrigation

A grande ou petite échelle, classique ou non.
Totale ou partielle, totale ou complémentaire.
Gestion à l'échelle nationale ou locale.
Options pour l'approvisionnement en eau et son transport.

D. Choix des cultures

Rendements actuels, avec ou sans irrigation.
Tendances coûts/prix, intérieurs et extérieurs.
Technologie disponible, incidence des intrants .
Incidence des taux de change.
Rôle de la sécurité alimentaire.
Interactions entre entreprises.

E. Où, quand et avec qui

Différents stages du développement.
Emplacement des projets.
Acquisition de droits ?
Coût de l'infrastructure.
Coût des mécanismes de relance.
L'aménagement de l'habitat est-il inclus ?
Origine du personnel, des expertises.
Structures d'encadrement.
Participation des exploitants.

Origine : d'après "Prospects for Small-Scale Irrigation Development in the Sahel", p.3 de Moris, Thom et Norman (1984).

questions que nous avons soulevées; mais on retirera, au moins, des options qui ont échoué, quelques enseignements précis. La combinaison de courants économiques contraires, des cadres institutionnels en général insuffisants, et le défi de l'environnement laissent peu de place aux erreurs. Dans ce "Résumé", nous avons mis en lumière les questions clés et les leçons à en tirer. Pour ceux qui désirent en savoir plus, les volumes 2 et 3 (Rapport principal et Bibliographie annotée) leur apporteront les renseignements recherchés.

DEUXIEME PARTIE
LES LECONS DE L'EXPERIENCE

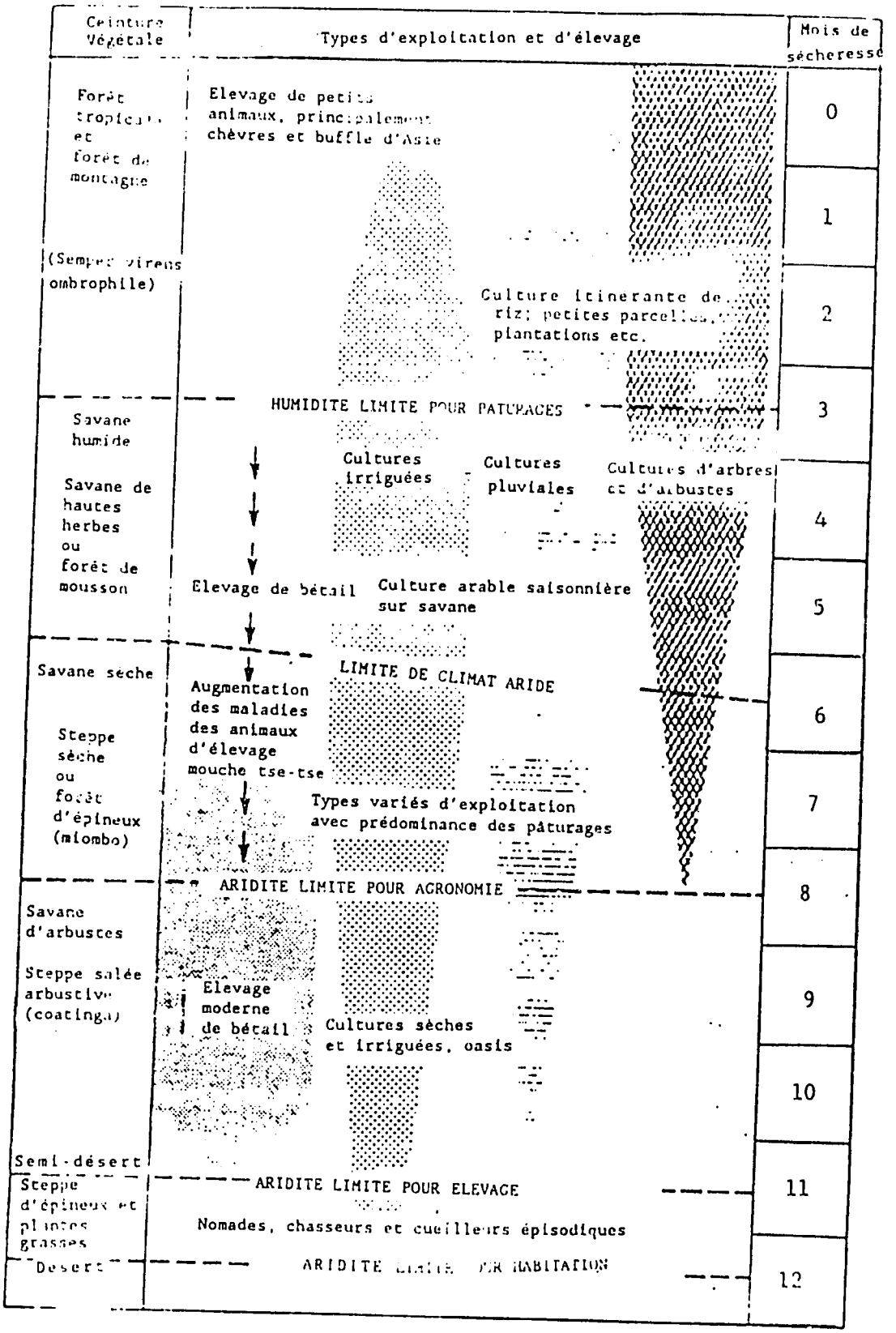
1. Possibilités futures de l'irrigation face à la demande

Le manque d'informations sûres à la fois sur les régions actuellement irriguées et sur celles susceptibles de l'être, limite sérieusement une planification globale de l'irrigation sur le continent africain. Les sources d'informations sur les régions déjà irriguées emploient des définitions différentes et l'on manque complètement de données pour certains pays. Si l'on connaît en gros l'importance des systèmes d'irrigation modernes les chiffres en sont probablement surestimés car on suppose les travaux menés suivant les prévisions des plans la couverture est meilleure pour le secteur public que pour le privé; quant aux estimations sur l'étendue des systèmes traditionnels ou de petite taille, ce ne sont que de simples suppositions.

On croit souvent que c'est la situation climatique qui crée la demande en irrigation; plus la région est aride, plus on a besoin de l'irrigation (Tableau 4). Cela est vrai pour les cultures dans les oasis du Sahara. Le fait que pour le Sahel (avec son prolongement au Soudan, en Ethiopie et en Somalie) il n'y a pas d'autre solution pour expliquer pourquoi l'irrigation figure en première place dans les études sur cette région (Bingen, 1985; Katz and Glantz, 1977; Norman et al., 1982; Wickens and White, 1979). Les concentrations historiques de populations africaines à l'extérieur de la zone humide de l'Afrique de l'Ouest expliquent la vulnérabilité de certaines parties du Mali, du Burkina-Faso, du Nord du Ghana et du Nigeria en période de sécheresse. D'après les chiffres de la FAO, 14% de la population de l'Afrique sub-saharienne se situe dans les huit pays les plus atteints par la sécheresse (FAO, 1985:5).

Comme on le voit sur les tableaux 4, 5 et 6, on ne peut pas expliquer la répartition de l'irrigation en Afrique uniquement par le degré d'aridité. Les techniques d'irrigation sont utilisées dans des conditions écologiques extrêmement variées, beaucoup plus que ne pourrait le laisser supposer la pluviométrie. Dans toutes les régions, excepté celles qui sont très humides, on trouve de l'irriga-

TABLEAU 4. TYPES D'EXPLOITATIONS AGRICOLES EN FONCTION DE L'ARIDITE.



Source: Bede Okigbo, "Improved Permanent Production Systems Alternative to Shifting Intermittent Cultivation," Dans FAO, Improved Production Systems as an Alternative to Shifting Cultivation. Rome: FAO, 1984.

TABLEAU 5
CLASSIFICATION DES SYSTEMES D'IRRIGATION DE PETITE TAILLE

CLASSIFICATION	DESCRIPTION	EXEMPLES
Agriculture de ruissellement	Implique un meilleur usage des eaux de pluie nombreuses approches.	Zones de culture anciennes, désert du Négev en Israël.
	Recueil des eaux de pluie--collecte des ruissellements de bassin versant et concentration de l'eau dans une zone cultivée plus petite. Grands projets, plusieurs hectares de captage, petits projets peuvent comporter des installations individuelles. Succès dépend du rapport bassin versant/zone cultivée.	Amélioration des pâturages par retenue des eaux de crue. Agadès, Niger. Micro-captages pour arbres fruitiers au Botswana, culture du riz "Banco Faro" en Gambie.
	Nouvelles méthodes utilisant produits chimiques et plastiques pour les captages afin d'augmenter le ruissellement.	
	Epandage d'eau--(irrigation de crue) épandages contrôlés des eaux de crue des rivières et oueds sur les terres cultivées.	Basse vallée de l'Omo, Ethiopie, cultures vivrières et fourragères.
	Jachères-sol utilisé comme réservoir d'eau pendant que les champs sont laissés sans culture pendant une partie ou toute la saison des pluies.	
Plaines alluviales ou de culture extensive	Cultures du riz dans les eaux de crue. Techniques nombreuses.	
Saison humide	"Bolilands"-Dépressions dans prairies marécageuses.	30 000 hectares, le long de la Rokel, Sierra Leone. Aussi en Guinée, Haute-Volta, Mali, Côte D'Ivoire Ghana.
	Marécages dans les vallées à l'intérieur des terres. Petites vallées (1-100 ha) où les rivières saisonnières/permanentes peuvent être utilisées/ contrôlées pour la culture de paddy.	Sierra Leone
	Zones étendues de marécages lacustres avec plaines inondées quand le niveau du lac monte.	Burundi Lac Victoria, Tanzanie
	Irrigation contrôlée-contrôle du niveau d'eau par digues,canaux et vannes. Utilisé pour riz d'eau profonde et paddy.	Niger et Bani, Mali
Saison sèche	Zones étendues de terres alluviales où les eaux de surface stockées et de nappe peu profonde peuvent être exploitées avec un matériel élévateur; souvent utilisées pour les légumes.	Omo, Ethiopie, 40 éoliennes de nivellation faible, problèmes de maintenance.

TABLEAU 5.....

CLASSIFICATION	DESCRIPTION	EXEMPLES
	Irrigation des shadufs-technique traditionnelle pour puiser l'eau par petites quantités en utilisant le"principe du levier"-habituellement dénivellation faible 1-2m.	La plupart des plaines alluviales des grandes rivières de l'Afrique occidentale, Niger Bani (Sénégal), commun le long du Nil, Tana (Kenya).
	Irrigation par norias- utilise calebasses pour puiser l'eau, petites quantités, dénivellation faible.	Zones étendues dans Sokoto, Nigéria.
	Pompes-grande variété depuis la vis d'archimède jusqu'aux petites pompes diesel.	De plus en plus commun au Nigéria. Aussi le long des fleuves d'Afrique occidentale.
	Irrigation de décrue-retenue des eaux de décrue-retenue des eaux de décrue par les levées en terre.	Culture du riz le long des principaux fleuves d'Afrique occidentale.
	Humidité résiduelle-même processus que précédemment mais l'eau est retenue dans le sol plutôt qu'à la surface.	Culture en saison sèche de dambos ou vleis au Malawi, Zambie, Zimbabwe.
Non-saisonnier	Implique l'exploitation des nappes jusqu'à 15 m.	Utilisé pour petits jardins, Burkina-Faso, Niger, Togo, Benin, Zimbabwe, Botswana.
Régions de faible superficie desservies par des canaux	Terre irriguée éloignée de la source d'eau alimentée par canal ou canalisation. Source peut être un cours d'eau, un petit barrage de retenue, de l'eau gravitaire ou pompée.	Culture traditionnelle de la tribu Chagga sur les pentes du Kilimandjaro, Tanzanie. Region de Rumphi, Malawi.
Mangrove/Marécage Côtier	Marécages d'eau douce protégés de l'eau de mer par levées/digues.	Gambia River, en Gambie
	Utilisés pour culture du riz. Marais Saumâtres utilisés après lessivage du sol par le pluies.	

Source: M. G. Kay et al., 1985 "The Prospects for Small-Scale Irrigation in Sub-Saharan Africa." Outlook on Agriculture, Vol. 14, No. 3, p. 116 (Tableau 1).

TABLEAU 6

TYPES DE RESEAUX D'IRRIGATION DE PETITE TAILLE PAR REGIONS AGRICOLES

REGIONS	DESCRIPTION	TYPES D'IRRIGATION	EXEMPLES
Désertique ou Semi-Desertique	Précipitations faibles et erratiques (moins de 500 mm); agriculture pluviale normale impossible. Activité majeure, élevage nomade tropicaux, chameaux chèvres, moutons. Irrigation implique fixation tribus nomades, sera très difficile.	Agriculture de ruissellement Non saisonnière	Production de fourrage et culture dans basse vallée Omo, Ethiopie. Irrigation dans les oasis.
Agriculture de Savane Sèche	S'étend sur vastes régions Afrique, précipitations 500-1000mm sur périodes 3 à 6 moins. -Normalement assez de pluie pour récolte-irrigation assure survie récolte.	Agriculture de ruissellement Saison humide et non saisonnière	Agro-foresterie dans micro-bassins versants, Burkina-Faso; nomades Touareg puisant l'eau souterraine peu profonde avec du matériel actionné par des boeufs ou autre bétail.
Agriculture de Savane Humide	Précipitations 1000 mm - 2000 mmm par an, proches de l'équateur, deux saisons de pluie; plus au nord ou sud une saison de pluie plus longue. Suffisant pour 2 récoltes pluviales près de l'équateur (Rwanda, Burundi, Rep. Centrafricaine) et 1 récolte pluviale dans les régions plus nord/sud. L'irrigation peut prolonger la saison de culture et améliorer les rendements.	Saison sèche Saison humide Non saisonnière et petites zones desservies par canaux	Contrôle des eaux et du drainage dans les régions marécageuses du Burundi (Carter pers comm.); riz d'eau profonde avec un contrôle de l' eau minimal.
Tropicale Humide Agriculture Forestière	Régions les plus humides avec précipitations excédant 1500 mm/an. Habituellement pas d'obstacles à une agriculture pluviale. L' accent est mis sur le contrôle des eaux et le drainage des marécages côtiers et intérieurs, quelques irrigations pour légumes durant courte période sèche.	Saison sèche et petites zones desservies par canaux. Saison humide et mangroves/marécages côtiers	Petits barrages de terre commandant les zones aval au Togo et Bénin. Mangroves et marécages côtiers equipés de levées en terre pour empêcher l'entrée d'eau de mer, Sierra Leone, autres pays de l'Afrique de l'ouest.
Elevage Pastoral	Se distingue de la savane sèche à cause de l'élevage sédentaire du bétail. L'irrigation est possible mais entrainerait un changement radical de mode de vie des populations.	Agriculture de ruissellement	Recueil d'eau de pluie pour fourrage en Somalie.
Elevage Semi-Nomade	Correspond à climat semi-désertique mais avec des tribus semi-nomades ne pratiquant que l'élevage de troupeaux. Irrigation entraine un changement radical mode de vie population: à noté quelques succès.	Agriculture de ruissellement	Recueil d'eau pour les pâturages, bois de chauffe, et cultures au turrana.
Agriculture Plateaux Tropicaux et Sub-Tropicaux	Caractérisée par l'altitude (plus de 1500 m au-dessus niveau de la mer) et les températures basses pouvant limiter les cultures.	Petites zones desservies par canaux	Tribu Chagga, irrigation traditionnelle. District Rumphi, Malawi
Agriculture Irriguée	Habituellement située dans les plaines alluviales de fleuves intarissables; Dépend traditionnellement de l'irrigation.	Saison sèche Saison humide Non-saisonnière	Niger, Bani, Senégal, et Gambie en Afrique occidentale. Nil, Juba, Shabelli en Egypte, Soudan et Somalie.

Source: M. G. Kay, et al., 1985 "The Prospects for Small-Scale Irrigation in Sub-Saharan Africa." Outlook on Agriculture, Vol. 14, No. 3, p.118 (Tableau 2).

tionsous une forme ou une autre. Il y a plusieurs explications possibles à cela. Dans les régions tropicales, l'évaporation potentielle peut être très élevée et la force des chutes de pluie risque de diminuer le bénéfice des précipitations. Leur moyenne tend à cacher les périodes de sécheresse saisonnières phénomène d'une importance cruciale sur une grande partie du continent et ne reflète pas entièrement une variabilité plus grande au début et à la fin de chaque période de culture. Comme un fait exprès, les rendements de la plus importante culture de base de l'Afrique, le maïs, dépendent beaucoup de la sécheresse au moment de la germination et de l'écimage. Il y a là une question d'interaction entre l'azote et l'humidité disponible. Et, bien sûr, certaines espèces qui ont la plus haute valeur nutritive par unité de travail fourni (comme le manioc, les plantains et les yams) sont maintenant cultivées sur des terres plus sèches où un arrosage complémentaire peut devenir essentiel conséquence naturelle d'une plus grande densité de population. Dans le secteur moderne, il est intéressant de noter que les gros exploitants ont utilisé pendant des années un arrosage complémentaire sur leurs plantations de café au Kenya ou sur leurs champs de maïs au Zimbabwe. Il est peu probable que les exploitants traditionnels ou modernes feraient appel à une irrigation complémentaire sur l'exploitation si elle n'était indispensable et rentable.[5]

Beaucoup de raisons expliquent pourquoi les responsables peuvent trouver nécessaire, pour un pays donné, de développer l'irrigation. On peut citer: l'aridité, la disparition des disettes dues à la sécheresse, une réponse à une intensification de la population, les créations d'emplois, la réduction des importations de produits alimentaires, l'implantation d'horticultures spécialisées et la création à long terme de cadres institutionnels. Néanmoins, ce sont ses liens intangibles avec le "monde moderne" et son apparente promesse de plus grande indépendance politique qui constituent les raisons les plus sérieuses du maintien de l'irrigation. Ce sont peut-être là de faux espoirs, mais il ne faut pas en méconnaître l'existence malgré les coûts élevés et les piètres performances des systèmes actuels d'irrigation en Afrique. Chaque fois que le continent connaît une sécheresse importante, l'irrigation redevient la "solution miracle" à la mode.

---

[5]Ces résultats sont consistents avec les données obtenues par d'autres sources, tel la télédétection de la végétation africaine, qui indique que "les périodes de sécheresse sont plus sévéres et plus fréquentes que diagrames du climat semblent indiquer." (Tucker et al., 1985:373).

Les possibilités d'installer un système d'irrigation semblent plus évidentes là où une rivière importante, dont les eaux viennent de loin, traverse une zone semi-aride. Dans le passé, les pays voués à l'irrigation étaient plutôt ceux où une rivière importante traversait des terres arides (Sénégal, Mali, Niger, Soudan et Somalie). Dans ces pays, les possibilités futures d'irrigation dépendent d'un certain nombre de facteurs interdépendants:

- Les contraintes (en aval et en amont) pesant sur le bilan hydrique.
- Les problèmes de contrôle international lorsque le bassin versant est partagé par plusieurs nations.
- Le degré de fluctuation saisonnière des niveaux d'eau.
- Le choix des sites permettant d'augmenter la capacité de stockage de l'eau.
- La production d'énergie hydro-électrique, avec pour bénéfice accessoire l'irrigation.
- La coopération entre les Agences de bassin des différents pays; et
- L'existence de sols convenant à l'irrigation.

Toutefois, dans les plans de développement de la première génération, on a laissé de côté d'autres possibilités. D'abord, l'Afrique possède de nombreux cours d'eau de taille moyenne auxquels on vient seulement de porter attention: la Juba en Somalie ou la Rufiji en Tanzanie en sont une bonne illustration. Alors que l'on vient juste de commencer le développement de certaines d'entr'eux, comme l'Awash en Ethiopie ou la Casamance au Sénégal, on n'a pas encore apprécié les possibilités futures de beaucoup d'autres. L'Afrique possède, en tout, une soixantaine de rivières pouvant être utilisées pour l'irrigation et qui n'ont pas encore été exploitées. Cela confirme l'affirmation de Toksoz qui avançait que " le potentiel en eau et en irrigation de la plupart des pays en développement est à réviser en hausse au fur et à mesure que les données de base sur l'hydrologie, la nature des sols et les ressources en eau augmentent" (1981:9). C'est dans plusieurs pays qui ne sont pas essentiellement semi-arides-Angola, Zaïre, Zambie, Mozambique et Tanzanie que la connaissance des ressources en eau a fait le plus grand bond.

Ensuite, dans de nombreux pays d'Afrique une proportion non négligeable des terres sont des "fonds de vallée" ou des "marécages". Le fort ruissellement et la

présence de sols argileux qui retiennent l'humidité y offrent de grandes possibilités pour l'agronomie. D'ailleurs, une grande partie de la fixation actuelle de la population dans des régions comme le Burundi ou le Nord du Nigeria se fait sur de telles terres, avec une technologie modeste (mélange de méthodes de drainage et de pompage). Nous pensons que là peut se trouver la solution principale au problème de l'aide à des populations en augmentation, même si l'on doit employer une technologie peu habituelle mêlant drainage et irrigation, et utilisée en horticulture plutôt qu'en agriculture.

Enfin, on n'a pas porté grande attention aux perspectives qu'offre le pompage de l'eau des lacs ou des réservoirs (à l'exception, une fois de plus, du Soudan). L'Afrique possède aujourd'hui plusieurs réservoirs de plus de 100 km de long et dont la surface dépasse 3 000 km2. La construction du barrage d'Akosombo sur la Volta, au Ghana, a permis de disposer d'un réservoir d'une superficie de 8 730 km2 et a entrainé le déplacement de 80 000 personnes. Grâce à la construction de barrages plus importants, de nombreux pays se dotent de longs révervoirs en amont, qui sont générateurs de force hydro-électrique. Cette situation, en Idaho ou en Californie, serait exploitée rapidement pour l'irrigation. Il y a déjà, en Afrique de l'Est, des lacs dont l'eau douce peut être pompée et qui fournissent plus d'hydro-électricité que le pays n'en a besoin. Malheureusement, l'installation de lignes de courant à haute tension pour le transport de l'électricité à longue distance ne permet pas aux utilisateurs de l'irrigation de se brancher, sans de gros frais, sur le réseau national.

Dans ce rapport, nous ne faisons pas nôtres les estimations à la hausse, présentées ci-dessus, des possibilités futures de l'Afrique en irrigation, mais nous ne pouvons pas non plus les rejeter sans autre forme de procés. Au fond, on en est arrivé à ces prévisions en plaquant les informations relatives aux ressources en eau sur le graphique de distribution des sols à potentiel moyen à modéré. Or, pour une grande partie de l'Afrique, aucune de ces deux sources de données n'est complète et fiable. Toute estimation du potentiel d'irrigation reste hypothétique tant qu'elle n'a pas été vérifiée par de réelles études sur le terrain tâche décourageante tant les surfaces concernées sont grandes. Les photos par satellite permettraient de recouper les estimations nationales (se reporter à la National Academy of Sciences, 1977; Deutsch, et al., 1981; Barret et Martin, 1981; et Yucker et al., 1985). On trouvera une étude générale de l'hydrologie de l'Afrique dans le mémoire rédigé par Vincent (1984) pour ce rapport (voir l'Annexe A) et

dans Jackson (1977), Pereira (1973), Lal et Russel (1981), Ledger (1969), Rodier (1963) et Walling et al. (1984). Nous voudrions faire une dernière recommandation: toute méthode d'estimation des ressources fondée uniquement sur les facteurs naturels peut fausser la politique à suivre si l'on ne prend pas en compte les coûts et les bénéfices comparés.

2. Utilisation conjointe des nappes

Il y a en Afrique un nombre non négligeable de régions où, parce que les terres de plus haute altitude se trouvent à la périphérie, leur configuration semble propice à l'accumulation d'eau souterraine. Les géographes délimitent cinq grands bassins sur le continent africain: celui du Djouf pour le Niger; celui du Tchad pour le Logoni et le Chari; le bassin du Sudd pour le Nil, du Zaïre pour le Congo et le Okavango pour le Zambèze. Prenons par exemple le bassin du Tchad: la couche sédimentaire quaternaire y a une profondeur de 470 mètres (2000 pieds) et contient des zones sableuses qui sont des aquifères importants (Pullan, 1969:126). Les autres bassins fluviaux ainsi que certains deltas et plaines côtières (bien que l'eau y soit souvent saumâtre) présentent des sites favorables à l'exploitation de nappes. Ces considérations ont conduit certains observateurs à penser que l'on pourrait développer une utilisation conjointe des eaux souterraines pour l'irrigation comme cela se fait dans certaines parties du Pakistan et du nord de l'Inde.

En réalité, il y a, même dans les parties du Sahel et du Soudan de l'Afrique de l'Ouest, de grandes étendues où les roches qui se trouvent sous les captages sont imperméables, où l'infiltration dans les sols y est faible et les pertes par évaporation élevées. Les nappes y ont donc des taux faibles de recharge, en dépit de conditions topographiques favorables (Ledger, 1969:90). Rodier (1963) fait remarquer que la configuration géologique des vastes régions tropicales d'Afrique (à l'exclusion des hautes terres de l'Afrique de l'Est) n'est pas très variée; elles reposent sur le vieux socle gneissique du Cambrien ou la couche de sables de l'Ordivicien. Dans le premier cas, "il y a peu de chances de trouver des réserves souterraines profondes," et dans le second, il y a "...très peu de possibilités" (Rodier, 1963:184).

Du côté Est du continent, la situation se complique avec la présence du fossé d'effondrement volcanique de la Rift Valley et de ses bassins versants internes. Il y a bien des aquifères dans ces massifs mais la qualité de l'eau y est

un problème à la fois sur les pentes et dans les bassins alcalins.Autre part, on rencontre le même bouclier continental pré-cambrien à la topographie particulière de pénéplaines et d'inselbergs. Les forages (ou "tubewells" dans la terminologie américaine) effectués dans ce type de roche métamorphique désagrégée ont un rendement faible et une recharge lente.

L'utilisation, pour un périmètre d'irrigation de petite taille, de l'eau fournie par un captage à recharge limitée présente des difficultés techniques: coût d'opportunité de l'eau élevé (cette eau est aussi utilisée par les hommes et le bétail), danger de mettre à sec le puit et d'endommager les tiges de forage, problèmes d'arrêt lorsqu'il n'y a plus de carburant etc...Jusqu'à ce jour, la communication entre hydrogéologues, foreurs et utilisateurs d'eau n'a pas été fameuse. Les foreurs n'ont pas semblé conscients de ce que, dans des roches dures et désagrégées, la zone d'alimentation se trouve dans les 10 ou 15 premiers mètres de profondeur; sauf, lorsque par chance on tombe sur une zone de fracture, on ne gagne pas grand'chose à continuer le forage jusqu'à 100 ou 150 mètres comme cela se voit souvent. La plupart des forages sont à usage domestique ou communautaire, domaines dans lesquels la participation des Scandinaves ou des Hollandais, donateurs généreux, a été active. On peut, pour des projets d'irrigation à petite échelle utilisant ce type de technologie, s'inspirer de leur expérience pour résoudre les problèmes inhérents à l'institutionnalisation du pompage et de l'entretien des forages (voir plus spécialement, Lium et Skofteland, 1983; Falkenmark et Lundqvist, 1984).[6] Dans l'ensemble, la présence de "roches dures" sur une grande partie de l'Afrique n'est guère favorable à une irrigation basée sur une utilisation conjointe des nappes.

Le long des rivières où la nappe libre se trouve près de la surface ou sur les biseaux aquifères des régions escarpées sont les deux exceptions où l'on peut installer sans trop de frais un réseau d'irrigation de petite importance. Dans les deux cas, l'intérêt est local et ne requiert pas de forage profond avec tout ce que cela implique. Une grande partie de la mise en valeur des "fadamas" du Niger qui s'est faite dans les dépressions repose sur la fourniture d'eau de puits peu profonds. Carter et d'autres spécialistes du England's Silsoe College ont aidé les Nigériens à expérimenter, avec succés quelquefois, le forage "washbore" (par

---

[6]La Banque mondiale dispose de plusieurs ouvrages récents traitant des aspects techniques du pompage et de l'approvisionnement en eau. Sur ce sujet, voir O'Mara (1984).

injection) utilisé en Asie et peu coûteux. Dans les cas des biseaux aquifères il n'est peut-être pas possible d'employer le forage "washbore" mais c'est une option largement ouverte en raison des nombreux endroits où le vieux plateau continental africain a été entaillé par les rivières. Les planificateurs ont mis longtemps à réaliser que les concentrations humaines se trouvent dans cette zone à cause de l'accés facile à l'eau durant la saison sèche. Si le volume d'eau disponible ne peut guère convenir à une irrigation commerciale, il peut suffire à des systèmes de petite taille ou complémentaires.

3. Problèmes dûs à la nature des sols

Dans les régions où l'approvisionnement en eau le permet, la nature des sols a une grande importance dans le choix de l'emplacement d'un projet et dans sa conception. On a besoin de connaître la nature du sol pour quatre démarches: (a) pour connaître la répartition des différentes sortes de terrains, donnée indipensable pour une planification par zone; (b) pour déceler les sols où l'irrigation risque de poser des problèmes; (c) pour aider à choisir le plan du projet en accord avec la topographie et les estimations du potentiel agricole; et (d) pour arriver à une estimation des coûts de l'irrigation de surface; d'éventuelles pertes d'eau peuvent nécessiter la pose d'un coffrage dans le canal.

Pour répondre à ces quatre utilisations des informations sur la nature des sols, il faut avoir des densités de couverture de recueil des données différentes. Une bonne mission de reconnaissance peut suffire pour une planification régionale au niveau du district, mais s'avérer inappropriée pour une étude de faisabilité. De même, pour déterminer le tracé d'un canal, la classification des sols d'après le système de l'USDA peut demander des tests de laboratoires beaucoup plus nombreux que ne peut le penser un technicien. Toutes les taxonomies des sols reposent sur cette profession de foi: la nature du sol reflète les conditions locales matériau originel, pente et climat régnant dans le passé. La détermination exacte des propriétés des sols demande donc une connaissance précise du site, ce qui était obtenu autrefois par des prospections sur le terrain qui coûtaient cher. On peut accélérer le processus de cartographie par la photo aérienne mais on ne peut se passer d'une bonne partie de la reconnaissance sur le terrain. Il ne faut pas oublier aussi que certaines propriétés des sols diffèrent selon que l'on se place du point de vue de l'évaluation des coûts de construction ou de celui des possibilités

agronomiques (il y a, aux Etats-Unis, une différence entre la "taxonomie unifiée des sols" de l'USBR (U.S Bureau of Reclamation) et le système de classification à usage agronomique de l'USDA).

On se heurte souvent, en Afrique, à l'absence des informations à l'échelle voulue sur les sols au moment de la sélection ou de la conception des projets. A cause du coût élevé des études de terrain, il est plus facile de les financer par le fonds d'affectation du projet mais c'est la reconnaissance ipso facto de l'adoption du projet. Avec un peu de chance, un pays peut avoir pour ses projets d'irrigation des planificateurs en relation avec un bon pédologue qui acceptera de faire une reconnaissance rapide des lieux avant que le financement du projet ne soit "vérouillé". Plus généralement, il arrive que les résultats des études de terrain ne sont disponibles qu'au moment où le projet est à un stade tel que l'on ne peut plus envisager un déplacement ou un nouveau tracé.

L'emploi de taxonomies différentes par les principaux donateurs en présence en Afrique ajoute aux difficultés d'utilisation des enquêtes sur les sols. Alors que pour les travaux de construction, certains donateurs ont souvent utilisé les "systèmes unifiés" de l'USBR et de l'"Army Corps of Engineers", en matière d'estimation de potentiel agricole, chacun a tendance à adopter sa propre classification. Le système mondial de la FAO est le plus largement utilisé, suivi par le système français dans les pays d'Afrique francophones; le système USDA est aussi employé quelquefois. Toutefois, on se heurtera, au Zaïre, au système belge, et en Angola et au Mozambique à la version portugaise (employée aussi au Brésil). Il est donc bien difficile actuellement de s'y retrouver entre ces cinq systèmes. Alors que l'USAID exige l'adoption du système USDA dans ses projets, ses homologues locaux risquent fort d'avoir appris le système FAO ou français. L'utilisation de plusieurs typologies qui se recouvrent et ne sont pas comparables diminue la communication et limite l'accumulation des informations à l'intérieur d'un pays.

Quelles que soient les difficultés, il est crucial, pour le développement de l'irrigation en Afrique, d'avoir accés à des informations pertinentes sur les sols. Tous ceux qui travaillent sur le terrain s'accordent à reconnaître que les problèmes liés à la nature des sols sont souvent significatifs. Dans les sols sableux, on aura des pertes d'eau élevées et l'irrigation de surface n'y sera pas rentable (malgré son coût plus élevé, on pourra être amené à utiliser l'irrigation par asperseurs). Si les sols argileux retiennent bien l'humidité, évitant ainsi le

coffrage des canaux, par contre ils sont détrempés pendant la saison des pluies; ils conviennent donc mieux aux cultures "les pieds dans l'eau" comme le riz. Certains types de sols argileux permettent une pré-irrigation comme sur les terres côtières de la Somalie, d'autres non. Les sols tourbeux des marécages des hautes terres du Rwanda, du Burundi et de la Tanzanie occidentale risquent d'être très acides comme le sont ceux des mangroves côtières de l'Afrique occidentale. Les plantes y souffrent donc aussi bien d'un apport trop grand en fer et en aluminium que d'un épuisement rapide des éléments nutritifs (IITA, 1984:123). Les bassins de sédimentation argileux de la Rift Valley en Afrique de l'Est qui se présentent de la même façon sont en fait très alcalins et répondent différemment aux cultures.Parce qu'ils sont très anciens, les sols des basses terres tropicales africaines sont souvent lessivés de leurs éléments nutritifs alors que ceux des plateaux risquent de former bientôt un "bouclier de fer" s'ils sont cultivés intensivement. Il faut aller à plus de 6 000 pieds pour trouver une accumulation d'humus comparable à celle des terres des régions tempérées. (Ce n'est pas par hasard que "les miracles agricoles" de l'Afrique se trouvent sur les hautes terres du Kenya et sur les plateaux du Zimbabwe). Par contre, dans les autres régions, les agronomes estiment qu'au long terme la fertilité limitée des terres est un facteur beaucoup plus contraignant que le manque d'humidité pour le développement agricole (voir le résumé de l'ouvrage de Humpal dans l'Annexe A).

L'importance de ces problèmes à travers une bonne partie du continent montre que les succés des projets d'irrigation dans les plaines alluviales du Soudan (Gezireh et Rahad), du Mali (Office du Niger) et au Kenya (Mwea) ne représentent que des cas isolés. Les périmètres qui se trouvent sur les terres alluviales riches et uniformément réparties non loin d'un cours d'eau sont particulièrement adaptées à l'irrigation. Leur succés ne signifie pas que l'on pourra atteindre une productivité équivalente sur les sols de qualité très variable et pauvre que l'on trouve ailleurs surtout, si l'on a l'intention d'installer des systèmes d'irrigation à grande échelle de même type. Il faut, au moins, étudier très soigneusement la nature des sols avant de décider d'un site particulier.

4. Les systèmes existants

Dans la plupart des pays d'Afrique, on trouve, en irrigation, un large éventail de technologies qui vont des traditionnelles au modernes, et ce à des échelles différentes (Tableaux 5 et 6). Toutefois, le vide qui existe au niveau des systèmes de taille moyenne (200 à 500 hectares) risque de rendre difficile le passage des petits aux grands projets. Le choix de la technologie n'est pas venu de la demande et les responsables ont eu tendance à ignorer celle moins prestigieuse employée par les indigènes (quelquefois l' rrigation de crue traditionnelle pour introduire son équivalent moderne à grande échelle). Par conséquent, le classement bipolaire des projets en "petits" contre "grands" se justifie en l'espèce. Alors que quelques "petits" projets aidés par les gouvernements risquent de reproduire les défauts des "grands", il n'existe virtuellement pas de grands projets fonctionnant sous la houlette de propriétaires.

En Afrique, les projets de grande taille Gezireh étant le plus grand du monde, même aux standards asiatiques sont dirigés administrativement, qu'ils soient "publics" ou "privés". Ils ont, habituellement, une équipe de gestion spécialisée, des ingénieurs à demeure, un personnel administratif, un réseau de commercialisation unique et un tracé uniforme accompagné de procédures de fonctionnement semblables. Quand on parle du "Gezireh" ou du "Mwea", ce n'est pas simple figure de rhétorique: leur organisation pratique suit un certain nombre de règles qui constituent le coeur de la gestion de l'eau du système principal à l'intérieur même du projet. La variante commerciale se compose surtout d'installations d'irrigation de la canne à sucre "livrées clés en mains" qui sont peut-être plus efficaces que leurs homologues gouvernementales; leur organisation en est très semblable, à cela près que les habitants n'y travaillent que comme journaliers. Etant donné que ces projets bénéficient d'une priorité dans l'allocation de l'eau, qu'ils reçoivent de nombreuses subventions et qu'ils ont un marché local protegé, la frontière entre "public" et "privé" est bien floue. De nos jours, les projets d'irrigation importants fonctionnent sous le contrôle de l'Etat qui les possède en partie. On ne manquerait pas d'arguments pour comparer les expériences des "privés" les mieux gérés et celles de quelques "publics" para-étatiques les plus inefficaces.

L'étiquette " à petite échelle" recouvre une variété de systèmes d'irrigation encore plus grande. En général,ils font moins de 1 000 hectares, taille où il

devient difficile d'avoir un appareil bureaucratique que l'on associe plutôt aux projets plus importants. Les plus connus sont ceux de la SAED le long du Sénégal (à Bakel, Matam etc...). Là l'agence para-étatique (comme l'ONAHA (Office national des aménagements hydro-agricoles) au Niger) a adopté une politique délibérée de collaboration avec les associations d'agriculteurs à qui elle apporte une aide financière et technique moyennant leur respect de ses règles de fonctionnement. Comme le remarque Adams (1981), ces projets ont un caractère plus "hiérarchique" que ne veulent l'admettre les agences de tutelle. De même aspect physique bien qu'organisés différemment, on trouve les nombreux projets d'irrigation des ONG, que Kortenhorst (1983) décrit pour le Kenya, et les projets de la Sabi Valley au Zimbabwe cités par Roder (1965). Toutefois, d'après ce que rapporte Nelson-Richard (1982) d'un projet près de Lusaka, et d'après notre propre expérience à Action Blé-Diré au Mali, il n'y a pas de miracle à être petit. En Afrique,les projets de petite taille peuvent être tout aussi bien administrés que les grands. Evidemment, ils risquent d'avoir des coûts d'unité très élevés compte tenu du nombre restreint de bénéficiaires. Et ils n'échappent pas à des problèmes tout aussi aigus, quelquefois impossibles à résoudre par l'agence de tutelle (témoin la critique que fait Keller des stations de pompes flottantes à Bakel).

L'irrigation à "petite échelle", qu'elle soit traditionnelle et non organisée, revêt toujours des aspects différents dans de nombreux pays (voir tableaux 5 et 6).[7] Installés dans des environnements très différents, leurs structures institutionnelles peuvent se situer à l'échelon communautaire ou tribal mais c'est au niveau individuel qu'elles sont le plus fréquemment établies (à ce sujet, voir la description que fait Fleuret de l'irrigation par rigoles chez les Taitas au Kenya).On trouve dans le Sahel d'Afrique occidentale les traditionnels moyens pour puiser l'eau que sont les shadufs qui, à notre connaissance, n'ont toujours pas été remplacés par les pompes Honda achetées par les agriculteurs. L'utilisation spontanée des pompes dans les systèmes d'irrigation de petite taille pour l'horticulture est de date récente et indique que les agriculteurs ont trouvé les méthodes culturales anciennes non satisfaisantes (utilisation des "calebasses" comme on peut le voir sur le plateau du Bandiagara au Mali). Toutefois, le

---

[7]D'après l'ouvrage de R. Carter, M. Kay et de l'équipe de l'England Silsoe College qui, avec l'Intermediate Technology Group de Londres, donne ce qui se fait de mieux en matière de technologie adaptée au développement de la production à petite échelle.

danger de pomper trop d'eau peut devenir alarmant dans les oasis ou dans les régions où les possibilités de recharge de la nappe sont réduites. Ce risque a été jusqu'à présent réduit à cause de la petite taille des champs en général moins d'un hectare et du manque de fiabilité des pompes dans les conditions dans lequelles elles sont utilisées.

Ceux qui ne sont pas du métier ne sont peut-être pas familiarisés avec les technologies employées pour la culture du riz et d'autres plantes dans les "fonds de vallées" ou les "marécages". Appelée culture de bas-fond en Afrique francophone, cette technique a été initialement mise au point par les cultivateurs eux-mêmes (voir l'importante étude de Richard, 1985). L'utilisation de ces "terres humides", comme on dirait aux Etats-Unis, combine drainage et irrigation de complément. Ce sont là des techniques qui ont en Afrique des possibilités beaucoup plus importantes qu'on ne l'a cru; nous reviendrons par la suite sur ce point dans notre étude sur l'agronomie d'irrigation.

5. Considérations liées à l'ingénierie

Le tout premier problème auquel se heurtent les ingénieurs qui apportent leur aide aux projets d'irrigation en Afrique est l'approvisionnement en eau lui-même; il est dû soit à des fluctuations de niveaux, soit à des dépôts sédimentaires, soit à la salinité, ou encore à un équipement peu fiable ou complètement absent quand on en a le plus besoin. Même si l'échec provient de ce que le système a été conçu sans les données hydrologiques nécessaires, c'est l'ingénieur qui en sera tenu responsable. (Il arrive même quelquefois que les équipes chargées de la construction ne puissent pas disposer de l'eau dont ils ont besoin). Il est bien évident que lorsque l'approvisionnement en eau est en cause, on ne s'inquiète pas trop du choix des moyens de son transport c'est peut-être là la raison de la prédominance des ingénieurs de génie civil sur ceux de l'irrigation dans le passé.

Dans les terres plus sèches où l'irrigation est essentielle, l'évaporation (et par conséquent, les quantités d'eau perdues par les plantes pour réduire le stress thermique) a tendance à être élevée pendant presque toute l'année. Des températures élevées, un plafond nuageux bas et des vents desséchants, autant d'éléments qui provoquent l'évaporation des deux ou plus premiers mètres d'eau stockée au cours de la saison, réduisant ainsi fortement l'efficacité des réservoirs

de petite taille ou de faible profondeur. Cela explique aussi pourquoi des régions d'Afrique qui reçoivent des précipitations qualifiées d'amplement suffisantes pour des zones tempérées, ont cependant la végétation et les caractéristiques de régions semi-arides. A cause de l'évaporation élevée et de la recharge limitée des nappes, les cours d'eau n'ont de courant que pendant la saison humide, à moins qu'elles n'aient de larges bassins versants (Ledger, 1969). Pendant la saison des pluies, les zones de sols dénudés sont particulièrement vulnérables aux forts orages caractéristiques des tropiques. L'érosion des sols par l'eau et les vents y est très rapide. Alors que des fleuves importants (comme le Nil Blanc) ont une sédimentation très faible à cause des marécages intérieurs à travers lesquels ils coulent, il n'en est pas de même pour les cours d'eau moins importants. Ils charrient suffisamment de sédiments pour remplir des petits réservoirs en 15 à 25 ans. Il faut donc tenir compte des taux élevés de sédimentation dans la conception des réservoirs, le choix des gradients des canaux, la planification de l'entretien et l'estimation de la durée de l'installation. Tout compte fait, la disproportion entre la quantité d'eaux de ruissellement et la capacité des réservoirs y rend les barrages de petite ou moyenne taille beaucoup moins intéressants comme sources d'eau d'irrigation qu'ils ne le seraient dans des zones tempérées.

L'échec des structures de prises d'eau est un autre problème fréquent dans l'approvisionnement en eau. Quelquefois, un barrage est tout simplement emporté, conséquence de la taille du drainage nécessaire à un approvisionnement sûr. Les prises d'eau des pompes installées sur les rivières se bouchent après les crues ou sont laissées à l'air et sans une goutte d'eau après le retrait des eaux c'est la raison principale qui a poussé à l'expérimentation des pompes flottantes au Sénégal. Il n'est pas inhabituel qu'une crue importante déplace toute une rive menaçant ainsi tout le système d'irrigation. Il y a alors peu de chances que l'on puisse faire appel aux experts qui se sont occupés de la construction, surtout si la conception du projet et la surveillance des travaux ont été faites par des consultants étrangers (ce qui est couramment le cas). Autre conséquence: la répétition, projet après projet, des mêmes défauts de construction, puisqu'il n'y a pas de feedback entre les utilisateurs du système et les ingénieurs de génie civil responsables du tracé initial.

Une autre série de problèmes se rapporte aux changements nécessaires à apporter dans les procédures de fontionnement pour compenser les effets de

l'environnement: exécution peu soignée, pièces de remplacement dépareillées, manque de carburant, coûts élevés des transports, etc... Il est, par exemple, très coûteux en Afrique rurale de doubler un canal d'un revêtement, compte tenu du prix du ciment importé. La réparation sur place du matériel détérioré est un problème qui se pose perpétuellement dans les projets financés par l'USAID (à ce sujet, voir l'expérience d'Action Blé-Diré). Les échéances des projets supposent le respect des calendriers et une coordination qui ne peuvent guère être obtenus des administrations locales,ce qui provoque des dérapages qui peuvent torpiller tout le plan de travail. A quoi sert de proposer à de nombreux petits propriétaires, une irrigation par pompes s'il n'y pas sur place d'endroit où stocker le carburant et où déposer l'argent nécessaire? Ce genre de problèmes très précis et terre à terre se posent continuellement. Chaque spécialiste pense qu'ils sont du ressort du voisin alors qu'en fait il suffirait de faire preuve, dès le début, de plus de réalisme au stade de la conception des projets. A l'interface de systèmes physiques, agronomiques et économiques l'irrigation demande un investissement en intrants et en capitaux élevé qui la rend particulièrement vulnérable à ces sortes de tracasseries.

Il est particulièrement épineux actuellement de maintenir les pompes en état de fonctionnement. Toute panne de celles-ci entraîne une chute immédiate de la production. Alors que les systèmes d'irrigation par gravité permettent aux agriculteurs de retarder les réparations ou leurs remboursements coûts habituellement remboursés quand le projet doit être "remis en état" ceux par pompage ne doivent pas cesser de fonctionner et les factures de carburant être payées au jour le jour. Lorsque la situation économique nationale se détériore, il n'est habituellement plus possible d'importer les pièces de rechange et le carburant se fait rare. Les ingénieurs qui travaillent sur le terrain n'ont jamais été très partisans de l'installation de pompes en Afrique (pour assurer un long usage du matériel, son utilisateur doit en avoir une bonne connaissance); aujourd'hui, l'utilisation des pompes est au point mort. Ce n'est pas une bonne nouvelle pour l'USAID car les pompes permettent de faire profiter les petits propriétaires de l'irrigation (Stern, 1983; Brondolo, 1985).

Le troisième genre de difficultés vient de la participation que l'on espérait obtenir des agriculteurs. Les paysans africains sont très réticents pour irriguer de nuit, en partie pour des raisons de sécurité personnelle mais aussi à cause de la présence de serpents venimeux. Il est donc habituel de prévoir le stockage de

l'eau la nuit soit dans des canaux plus larges, soit dans des réservoirs séparés (d'où une augmentation des coûts). Une fois de plus, on constate que les projets conçus à l'extérieur du pays, ont laissé le nivellement du terrain et la mise en place des prises de distribution à l'initiative des exploitants. Sans matériel mécanique, ceux-ci trouvent difficiel de niveller les sols les plus lourds, travail que ne demandait pas l'irrigation traditionnelle; la distribution de l'eau s'y faisait par petits "carrés" de quelques mètres carrés. Peu d'agriculteurs sont familiarisés avec l'utilisation de siphons au lieu de casser les côtés des canaux secondaires là où il leur faut de l'eau. Lorque les organismes donateurs équipent les réseaux de vannes de métal coûteuses, ces dernières sont vite volées ou perdues.

L'entretien des installations après leur construction est considéré comme un problème majeur presque partout en Afrique. Cela semble, en partie, être une question de "propriété commune": à moins que tous les utilisateurs fournissent leur part de travail, toute contribution individuelle ne sera que du temps perdu. Le système doit être parfaitement organisé pour que l'on puisse espérer une participation bénévole des agriculteurs à l'entretien. Toutefois, son échec reflète aussi le fait que ces derniers sont appelés par d'autres täches, en particulier lorsque la pleine saison de culture pluviale mobilise toute leur attention. Il est évident que l'entretien sera déficient dans la mesure aussi, où les agriculteurs ne participent qu'à temps partiel aux travaux d'irrigation ou sont tenus à l'écart de l'organisation de la distribution de l'eau. On retrouve une fois de plus ce fait déjà signalé: une conception de projet peu sérieuse accroît les travaux d'entretien au même titre qu'une croissance vigoureuse des herbes et que des taux de sédimentation élevés.

Que doit-on faire pour le drainage? Parce qu'il n'est pas essentiel au fonctionnement initial d'un système, on a tendance à en sous-estimer l'importance pour réduire les coûts de construction. Il est souvent entendu que cela est aussi du ressort de l'agriculteur. Le danger vient, même en climat sec, des orages tropicaux qui peuvent détruire en un rien de temps un système non protégé. Sans des installations de drainage bien conçues, on va avoir à faire face à des problèmes de santé et de croissance des mauvaises herbes, sans compter une augmentation de la salinité au fil des jours. Les terrains très plats en bordure des principaux cours d'eau (comme le Niger) de l'Afrique de l'Ouest ajoutent à la difficulté: pour protéger les systèmes principaux de distribution de l'eau, on risque de devoir construire tout un système de levées (qui revient cher).

Dans l'irrigation en Afrique, les ingénieurs se trouvent confrontés à la nécessité d'anticiper les usages multiples du périmètre concerné et de l'eau transportée à travers les systèmes; tracasseries dont ils se passeraient bien. Les paysans africains sont souvent à court de carburant, de fourrage et de produits d'alimentaires de base. Ils vont donc planter des pieds de bananes, des haies, des jardins potagers, amener leurs chèvres et leur bétail paître. Pendant la période sèche, des villages entiers vont puiser l'eau à usage domestique dans les canaux. Les animaux vont piétiner les digues et contribuer à leur érosion. Apprendre comment anticiper, à moindre frais, et dans le cadre des conceptions standard des systèmes,ces multiples utilisations de l'eau d'irrigation est un sujet de priorité dans les échanges d'expériences. Puisque les raisons de ces pratiques contestables sont bien ancrées dans l'économie locale l'agriculteur n'a souvent pas d'autre choix on peut, au moins, en tenir compte au cours de la planification.

6. Agronomie

Malgré le nombre non négligeable de réseaux d'irrigation en Afrique, seules quelques cultures commerciales en bénéficie sans comparaison avec ce que l'on aurait dans des situations semblables aux Etats-Unis. Le riz, la canne à sucre et le coton sont de très loin les principales cultures irriguées toutes trois se développant sur les terres lourdes et argileuses sur lesquelles, en Afrique, l'irrigation est surtout pratiquée. Si l'on se fixe comme but l'amélioration des résultats de l'irrigation, il faut se limiter à un petit nombre de cultures; on dispose habituellement d'une somme importante d'études tropicales (cf. le résumé de l'étude de Humpal dans l'Annexe A).

La culture irriguée du coton a tendance à se concentrer au Soudan, à l'Ethiopie et au Zimbabwe, alors que celles du riz et de la canne à sucre sont largement répandues sur tout le continent. La contribution de l'Afrique à la production mondiale de riz et de sucre n'est pas très importante; la production totale du continent en riz est inférieure à celle des Philippines (Swaminathan, 1984). La FAO estime que sur les 6,45 millions de tonnes de riz produits en 1982, seuls 17% ont été obtenus par irrigation moderne en Afrique; des 41 millions de tonnes de canne à sucre produits, environ la moitié vient du secteur de l'irrigation (1985:36-37). Alors que pour les deux cultures entre 60 et 65% de la production ont été obtenus par irrigation, plus de 5,1 millions de tonnes de riz

ont été cultivés en dehors des projets et par des petits exploitants (tableau 7). Reflet de son héritage de l'Asie du Sud-Ouest, la production de riz de Madagascar est de beaucoup la plus importante (600 000 tonnes); elle est suivie d'assez loin par le Nigeria et le Mali. La contribution des projets d'irrigation africains les plus connus Office du Niger au Mali, SEMRY I et II au Cameroun et MWEA au Kenya explique la proportion relativement élevée de la production moderne de riz dans ces pays. Néanmoins, nous insistons sur le fait qu'à l'exception de Madagascar, ces projets coûteux qui bénificient d'une grande publicité, ne suffisent pas à nourrir l'Afrique.

Pour toutes les cultures du continent africain, le coeur de la question est de savoir dans quelle mesure la quantité d'humidité disponible est le principal facteur limitatif. Si oui, alors l'irrigation qu'elle soit traditionnelle ou moderne est la réponse à l'augmentation désirée de la production. Humpal insiste (comme on l'a déjà signalé) sur le fait que la fertilité du sol peut être encore plus limitative que la présence d'eau. Malheureusement, l'épandage d'engrais pour compenser les déficits en éléments nutritifs demande un apport d'eau adéquat; les deux facteurs dépendent donc l'un de l'autre. Il faut, par conséquent, que les chercheurs évaluent le rapport coûts-avantages pour des niveaux différents d'apports d'eau et d'azote. La réponse classique optimale en est une utilisation conjointe, suivant le climat pour une saison donnée. Il n'y a pas de miracle pour obtenir des rendements plus élevés: le tout est de trouver des techniques d'apport d'eau qui soient bon marché et de sélectionner les variétés de plants qui soient capables de porter des graines plus lourdes et de résister aux insectes ravageurs et aux maladies. Dans le Punjab, dans le nord de l'Inde, au début des années 70, l'utilisation simultanée de variétés naines de blé à grosse tige, d'épandages d'azote et d'une irrigation abondante, a permis d'y accomplir la "révolution verte" du sous-continent.

Pourquoi, alors, l'Afrique est-elle incapable de reproduire le succés des variétés de riz et de blé à haut rendement? La raison la plus évidente est qu'en Afrique le riz et le blé ne sont pas les nourritures de base, ce qui explique le contraste frappant entre Madagascar et l'Afrique sub-saharienne. Dans les terres les plus sèches, le millet et le sorgho, largement remplacés maintenant par le maïs, sont les nourritures traditionnelles, alors que dans les terres plus humides ce sont les racines alimentaires, les bananes et le manioc (cf. Leaky et Willis, 1977) ainsi que le riz de hautes terres (varieté acclimatée en Afrique). Toutefois,

TABLEAU 7

PRODUCTION DE RIZ IRRIGUE DANS LES PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS (1982)

Pays	Production totale	Hautes terres	Terres humides	Irrigation moderne	Production irriguée % du total
	- - - - - - - -	x 1 000 tonnes		- - - - - - -	
Madagascar	2 000	400	1 000	600	80
Nigeria	1 400	350	910	140	75
Sierra Leone	550	300	250	0	45
Côte d'Ivoire	500	425	75	0	15
Guinée	275	180	95	-	35
Liberia	241	229	12	0	5
Zaïre	255	243	12	0	5
Tanzanie	200	90	100	10	55
Mali	250	13	87	150	95
Sénégal	100	25	65	10	75
Ghana	90	67	4	19	25
Mozambique	62	3	12	47	95
Cameroun	60	15	15	30	75
Niger	29	2	19	8	95
Tchad	47	3	41	3	95
Kenya	43	11	-	32	75
Burkina Faso	40	2	30	8	95
Gambie	35	2	29	4	95
Guinée Bissau	30	15	15	0	50
TOTAL	6 207 *	2 375	2 771	1 061	62

* La production totale de riz de l'Afrique sub-saharienne est estimée à 6,45 millions de tonnes.

Source: FAO Investment Center, 1985. "Irrigation in Africa South of Sahara". Tableau 16. Rome : FAO.

à l'exception de la côte de l'Afrique occidentale, on a tendance à compter de plus en plus sur la culture du maïs, d'où une plus grande vulnérabilité à la sécheresse.

La popularité de la culture du blé grandit elle aussi mais elle reste due au goût des citadins pour cette céréale. Dans le contexte africain la culture du blé est comparativement chère, souffre de nombreuses maladies et a de faibles rendements (à de rares exceptions près). En Afrique, très peu de projets d'irrigation du blé ont permis de recouvrer les coûts de production (cf. le cas d'Action Blé-Diré dans Moris, Thom et Norman, 1984).

La canne à sucre irriguée est par contre un succès en Afrique (voir des complexes d'irrigation à haut rendement comme celui de la Hippo Valley, au Zimbabwe). Mais l'effondrement des cours du sucre sur le marché international a fait péricliter toute cette industrie. Il faut ajouter qu'à quelques exceptions près, comme le projet de Vuvulane au Swaziland, qui se développe rapidement, la canne à sucre irriguée est cultivée sous forme d'"enclaves", sans grande participation des agriculteurs locaux.

La culture du maïs est très sensible aux déficits en humidité. Pourtant,la valeur de la production à l'hectare est insuffisante pour justifier une irrigation de surface. Il arrive que le maïs soit irrigué, dans des conditions climatiques extrêmes comme le long de la côte en Somalie, mais il s'agit là de terres précédemment italiennes, et l'irrigation y avait été introduite à l'origine pour faire de l'horticulture. On s'aperçoit maintenant que l'irrégularité des précipitations au début de la saison des pluies (qui affecte la germination), de même que de courtes périodes de sécheresse pendant la période de croissance (nuisibles à l'écimage), sont fréquentes dans l'Est et le Sud de l'Afrique, là où le maïs constitue la culture de base. Ce sont là des problèmes dont on n'avait pas bien saisi l'importance dans le passé, dans la mesure où des statistiques pluviomètriques présentées par totaux mensuels masquaient ces phénomènes. On dispose maintenant de présentations par périodes de cinq jours; des logiciels informatiques permettent d'examiner les déficits ou excédents d'humidité immédiatement avant ou après chaque période: ceci fait apparaître clairement l'influence des pluies sur les rendements du maïs dans toute l'Afrique tropicale. Le problème est que l'on ne connaît pas de technique bon marché qui permette de fournir aux petits agriculteurs une irrigation complémentaire au moment où le maïs souffre le plus du manque d'eau.

Ceci nous conduit directement aux projets d'introduction des variétés de " riz miracle" de l'IRRI dans l'espoir d'augmenter considérablement la production de riz en Afrique. La première difficulté provient de ce que (à l'exception de Madagascar), la majeure partie des cultures de riz en Afrique ne bénéficie que des précipitations atmosphériques ou d'une irrigation partielle dans les fonds de vallées. Cependant il apparaît maintenant que les variétés asiatiques de riz n'ont pas connu beaucoup de succès, du fait des parasites et des maladies qui les frappent. La toxicité du fer et les effets de Pyricularia orizae ont également posé des problèmes. Les pertes de rendement dues à la présence de mauvaises herbes vont de 33 à 100%. Comme pour le maïs, le riz cultivé sur les hautes terres bien drainées est très sensible aux effets des courtes périodes de sècheresse, ce qui nécessite des variétés adaptées. Des expériences de sélection se poursuivent à l'IITA (Institut international pour l'agriculture tropicale) et au WARDA (West African Rice Development Association) de Monrovia (principal centre d'essais d'Afrique de l'Ouest pour l'amélioration des plants de riz); on n'attend cependant pas d'innovation dans l'immédiat (Zan et al., dans Hawksworth, 1984:64-70; voir aussi l'étude de Humpal; Are, 1975; et Buddenhasen et Persley, 1979).

La culture du riz dans les marécages de la côte de l'Afrique de l'Ouest représente un cas intéressant (Owen, 1973; Richards, 1985; Pearson et al., 1981). L'incursion de la mer dans les anciennes vallées fluviales a créé des mangroves importantes. Les agriculteurs y ont leurs techniques propres pour entourer de digues des petits champs où l'eau douce pénètre par des canalisations, bien que les eaux souterraines soient saumâtres. Plus récemment, les gouvernements de la Sierra Leone, du Liberia et des pays contigus ont mis en route des projets de "riz humide" pour transformer les mangroves en rizières. Cela n'a pas été un franc succés, ce qui soulève la question de savoir s'il ne serait pas plus rentable de consacrer l'aide à la culture du "riz sec" des hautes terres.

La plupart des projets d'irrigation africains autres que ceux du domaine privé ont comme caractéristique commune leur concentration sur les sols argileux plus lourds ou "vertisols". A cause de leur forte teneur en argile, ces sols sont difficiles à travailler avec du matériel lourd; par contre, ils retiennent l'humidité et prolongent la période de croissance des plantes jusqu'au début de la longue saison sèche africaine. Appelées "mares" ou "bas-fonds" en Afrique francophone, "fadamas" au Nigeria, "mbugas" en Afrique de l'Est, "dambos" en Zambie et "vleis"

au Zimbabwe, ces terres sont actuellement très recherchées. Les cultivateurs y imitent les méthodes de culture de "retrait" pratiquées le long des cours d'eau plus importants en cultivant les pentes lorsque le fond des vallées sèche. Ils emploient diverses techniques telles que buttage, billonnage cloisonné etc...pour permettre la plantation précoce des cultures n'aimant pas avoir "les pieds dans l'eau" (yams et patates douces) et pour retenir l'humidité résiduelle à la fin de la saison humide. On commence à peine l'étude de ces techniques indigènes; encore un cas où ces dernières ont été tout simplement ignorées des chercheurs parce qu'elles diffèrent à la fois de celles des cultures totalement irriguées ou pluviales.

On n'a pas non plus réalisé que le développement de l'irrigation en Afrique a accéléré la prolifération des mauvaises herbes. Humpal (information personnelle) fait remarquer que lorsque la construction des périmètres irrigués est achevée, il arrive fréquemment que les terrains ne soient pas entièrement cultivés. Les mauvaises herbes envahissent alors très rapidement les sols ainsi bouleversés et les cultures si l'irrigation n'est pas faite correctement; elles prospèrent si l'entretien est négligé. Elles peuvent constituer un véritable fléau comme le "riz rouge" qu'ont pu observer Keller et Weaver en 1983 lors d'une visite du projet de Ruvu en Tanzanie. Une fois sur place, ces herbes sont moissonnées en même temps que les plantes cultivées et leurs graines vont alors se propager autre part (l'inspection des graines de céréales n'est pas très stricte dans beaucoup de pays africains) De plus, il existe des variétés sauvages et locales de riz et de sorgho qui risquent de se croiser avec les variétés introduites ou de les supplanter (Harlan, 1975).

Autre point de discussion en agronomie: faut-il introduire en Afrique un cycle double d'irrigation pour obtenir deux récoltes par an au lieu d'une? Cela a déjà été fait en Asie sans trop de problèmes là où les communautés dépendent essentiellement de la culture du riz "humide" et a l'attrait apparent d'étaler des coûts d'investissement sur un plus gros volume de production. Encore une fois, l'Afrique n'est pas l'Asie. Un second cycle d'irrigation peut vouloir dire que les cultures vont mûrir sous le souffle desséchant de l'Haramata (en Afrique de l'Ouest) ou sous un ciel couvert (en Afrique de l'Est). De plus, les agences de services utilisent les coupures entre les saisons pour se réapprovisionner. Au fond d'eux-mêmes,les agriculteurs gardent toujours une préférence pour les cultures pluviales et leur donneront la priorité sur leurs parcelles irriguées. Les quelques projets qui, en Afrique, ont introduit un cycle double d'irrigation ne pourront le

garder que lorsque les agriculteurs se seront convertis à la production commerciale et que le système de distribution des facteurs de production sera fiable.

Pour finir, une bonne nouvelle: les projets de "recherche des systèmes de production agricole" en Afrique, que l'on désignera par FSR (farming system's research) ont atteint leur pleine maturité (voir Simmonds, 1985; Gilbert et al., 1980; Ruthenberg, 1980; et Shaner et al., 1982). Ils fournissent le cadre qui manquait pour donner une représentation globale des comportements écologiques à partir de composantes isolées (Okogbo, 1984; Norman et al. 1982). Les informations pour décrire l'environnement africain se sont bien améliorées ces dernières années (cf. Kowal et Kassam, 1978; Harris, 1980; Owen, 1973; et Richards, 1985). Même ainsi, alors que dans la plupart des écosystèmes (Tableaux 5 et 6) on peut percevoir une forme ou une autre d'irrigation, les premières analyses des systèmes de production agricole n'y ont pas prêté attention (quoique bien perçu par Ruthenberg, 1980 et Arnold, 1981). Dans la troisième partie de ce rapport, nous recommandons d'inclure tout de suite les études sur l'irrigation dans les projets en cours des FSR.

7. Influence de l'environnement

Dans les climats tropicaux, un certain nombre des maladies les plus débilitantes pour l'homme sont liées à l'eau. Le lien peut être direct, par contamination ou à travers les moyens de transport de l'eau (le choléra, par exemple); ou indirect, par la création d'un environnement favorable au transport des parasites (schistosomiase, malaria, maladie du sommeil et onchocercose). Les risques d'attraper ces maladies sont tels que des régions qui seraient fertiles ont été complètement abandonnées à cause de l'onchocercose en Afrique de l'Ouest ou de la maladie du sommeil en Afrique de l'Est. Depuis quelques décennies, des maladies liées à la présence de l'eau, comme le choléra ou la schistosomiase, se propagent dans de nouveaux environnements. Cette dernière est tellement répandue dans les périmètres irrigués africains qu'il faut, lorqu'on établit les devis, la compter automatiquement comme une composante des coûts de l'irrigation. Un peu à retardement, on fait des efforts pour modifier la conception des structures hydrauliques en tenant compte du facteur santé. Il y a

là un domaine où une augmentation des échanges entre pays et disciplines serait profitable (Owen, 1983; McJunkin, 1975; Jewsbury, 1984; Mather, 1984).

Les conditions climatiques tropicales font que l'irrigation est habituellement accompagnée d'une forte croissante des mauvaises herbes sur la terre comme dans l'eau. Les canaux de distribution peuvent être rapidement envahis et engorgés, en particulier si leur gradient est nul. Dans les champs, des plantes tropicales vigoureuses peuvent étouffer les nouveaux plants de riz problème du "riz rouge". L'introduction de la jacinthe d'eau a causé d'énormes dégâts, se répandant, en trois décennies, du Zaïre à l'Ouganda, au Soudan et même au Zimbabwe. C'est devenu une véritable catastrophe, obstruant les voies d'eau, supprimant l'oxygène de l'eau, et, par conséquent, entraînant la disparition des poissons, bouchant même les turbines électriques et les installations de contrôle de l'eau. Comme pour l'incidence du facteur maladie, celle de la croissance des mauvaises herbes est une donnée dynamique qui change dans le temps et qu'il est difficile d'apprécier de manière précise lors de la conception du projet. Il n'est pas toujours possible d'avoir recours aux herbicides, en raison de la dimension des régions infestées, de la valeur comparativement faible de la production locale, des limitations de devises pour les produits importés; à toutes ces raisons s'ajoutent les effets cumulatifs de l'introduction de produits chimiques dans les chaînes alimentaires complexes à l'intérieur de systèmes de rivières relativement proches les uns des autres (Obeid, 1975; Université de Gezireh, 1979).

8. Aspects sociaux

Parce que la création d'un système de distribution d'eau précède l'organisation de la vie des agriculteurs sur des systèmes plus grands, parce que chaque discipline ignore l'autre, ni les spécialistes de la gestion de l'eau ni les sociologues n'ont une idée très nette de l'interface des systèmes technique et social. Une coordination serait utile sur les points suivants:

- Mode d'acquisition des droits fonciers et de l'eau
- Tracé réel du système qui tienne compte de l'utilisation déjà existante des terres;
- Activités auxquelles les agriculteurs participent au cours de la planification et de la construction du système;

- Calendrier d'apport de l'eau et, donc, du travail des agriculteurs.
- Contraintes imposées à l'irrigation par les préférences des agriculteurs et des autres utilisateurs;
- Dispositions à prendre pour tout service communautaire fourni par le projet corroyage ou transport, par exemple;
- Institutions chargées de résoudre tout conflit lié à la gestion de l'eau;
- Liste des travaux d'entretien à effectuer par l'agriculteur;
- Organisation de la commercialisation, si elle se fait au niveau communautaire;
- Remboursement par les exploitants des coûts du projet et des charges de fonctionnement;
- Relations industrielles verticales crées par l'irrigation au niveau économique et social national;
- Augmentation des dépenses de santé liées à l'irrigation

Trois de ces points sont particulièrement importants: la répartition de l'eau, l'entretien et les solutions apportées aux conflits; toutefois, la mise en place méthodique des activités liées au système exige d'autres contacts avec les vies économique et sociale des agriculteurs. Sa complexité est telle que l'on ne peut pas donner automatiquement la priorité soit au secteur technique soit au secteur social.

Notre étude préliminaire nous amène à faire deux remarques. En premier lieu, les technologies de l'irrigation et son poids sur le système économique sont très différents de ce que croient les agriculteurs. Une irrigation de surface utilisant canaux et bassins d'inondation va modifier beaucoup plus l'environnement que, disons, un système sous pression utilisant des canalisations et des asperseurs suspendus. De bons ingénieurs de génie rural ont à leur disposition de nombreuses possibilités pour fournir l'eau nécessaire aux cultures. Il n'y a donc pas de raison intrinsèque pour ne pas prendre en ligne de compte les facteurs sociaux lors du choix d'une technique d'irrigation.

En second lieu, la popularité des pompes pour les systèmes d'irrigation de petite taille (responsable de leur rapide expansion dans une grande partie du Sahel) est certainement due à la charge minimale qu'elles imposent aux ménages d'agriculteurs. Celui qui achète une pompe en contrôle pratiquement tout l'usage; il n'est tributaire que de l'approvisionnement en carburant et en pièces de

rechange. Par contre, le métayer qui prend une parcelle faisant partie d'un des plus grands projets d'Afrique doit habituellement accepter de nombreuses servitudes: sur l'habitation, les droits d'héritage, l'utilisation de l'eau, le choix des cultures, la plantation d'arbres, la possession de bétail, la commercialisation des récoltes, et même (dans certains projets) l'utilisation des moyens de transport modernes. Les aspects négatifs de l'irrigation à grande échelle ne sont pas, loin de là, dûs à la technologie, comme certains responsables le clament, mais plutôt au lien existant entre elle et l'organisation sociale de l'habitat. Les fonctionnaires ont souvent pensé que le contrôle étroit de l'habitat et de la commercialisation de la culture principale "officielle" était la seule façon de recouvrer les dettes des exploitants pratiquant l'agriculture de subsistance. C'est, comme le fait remarquer Palmer-Jones, la "fausse leçon" que le Gouvernement nigérien a tirée de ses premiers projets d'irrigation. Bien entendu, en mettant en place des moyens administratifs de recouvrement des coûts, les pays d'Afrique s'aperçoivent de ce que le développement de l'irrigation se révèle encore plus cher lorsqu'il faut payer les infrastructures et les frais généraux induits par la gestion des grands périmètres. Avec de petites installations fonctionnant grâce à des pompes, les agriculteurs, au contraire, paient leur propre carburant et les pièces de rechange nécessaires, qui constituent en réalité un " coût d'usage de l'eau"; ils évitent ainsi la plupart des complications qu'une grande agence de type administratif impose à ceux qui vivent sur son territoire.

Plusieurs caractéristiques de l'organisation socio-économique indigène compliquent la réaction possible de l'agriculteur face à la technologie de l'irrigation moderne. Il y a d'abord la petite taille de ses champs qui ne sont pas contigus, la diversité des cultures qu'il pratique. Sur le terrain, cela rend la conception d'un système communal difficile; en terme d'économie, cela veut dire que les exploitants ont une marge brute de financement insuffisante pour faire les investissements nécessaires sur leurs terres. Ensuite, la femme et les enfants constituent, en Afrique, la cellule de base de la production alimentaire. Si un mari ajoute à ses biens, en tant qu'investissement, une parcelle irriguée, cela ne signifie pas que la famille va pouvoir fournir la main-d'oeuvre supplémentaire que cela exige (ne pas oublier que la culture du riz et du coton demande beaucoup de main-d'oeuvre); cela ne veut pas dire non plus que cela profitera automatiquement aux autres membres de la famille. Il faut ajouter qu'à cause de sa petite taille et de sa nature "accessoire", l'irrigation traditionnelle est perçue comme une

assurance contre la famine et non comme un capital. Enfin, c'est par l'expansion sur de nouvelles terres et non par l'intensification de la production existante que l'on a, en Afrique, obtenu la plupart des rendements plus élevés. On trouve rarement, dans le contexte africain, la mono-culture spécialisée de "riz humide" si caractéristique de certaines communautés d' Asie. De plus, sur les terres les plus sèches où l'on propose souvent l'irrigation, elle va entrer en concurrence avec les autres emplois des capitaux de l'exploitant: l'élevage et les échanges commerciaux. Selon sa conception, l'irrigation peut soit gêner l'élevage de bétail soit le favoriser (cf. FAO, 1983).

C'est en ce qui concerne les droits fonciers et les droits sur l'eau que l'irrigation empiète le plus sur les moyens d'existence de l'exploitant. La construction de grands projets d'irrigation signifie habituellement le déplacement des cultivateurs (créant ainsi une nouvelle catégorie d'ex-agriculteurs, les "dépossédés" ou peut-être les "expulsés"). Que le paiement des indemnisations tardent (comme cela est arrivé au Nigeria), et ces "dépossédés" sont laissés sans moyen d'existence. Cela n'est pas un problème secondaire. Dans un environnement semi-aride, les terres submergées par les eaux d'un barrage ou réquisitionnées pour leur irrigation officielle sont des bas-fonds à forte densité de populations installées le plus près possible des points d'eau. De même, l'eau retenue dans les réservoirs va supprimer les cultures de "décrue", ôtant donc à ceux qui la pratiquent leurs moyens d'existence fait souligné par Mary Tiffen dans l'étude qu'elle a faite pour ce rapport (cf. Annexe A). On trouvera dans Adams et Grove (1984) et dans Heyer et al. (1981) la description de cas tragiques qui illustrent ce danger. Les travaux de mise en valeur qui sont prévus sur le Niger risquent, dans le futur, d'avoir le même impact désastreux sur les régions très peuplées du delta intérieur au Mali (Moris, Thom et Norman, 1984).

L'analyse montre qu'à côté de la question du choix des parcelles à donner aux agriculteurs, le transfert des droits dans un nouveau système lié à l'irrigation présente en lui-même des dangers:

- Comment inclure les propriétaires originels et en amener de nouveaux ?
- Faut-il reconnaître les servitudes traditionnelles ?
- Quel système légal adopter en matière d'héritage ?
- Quelle protection donner aux femmes et aux mineurs ?

- Faut-il donner des parts aux "fonctionnaires" (membres de l'agence et de l'admnistration du projet) ?
- Quelle indemnisation payer à un agriculteur déposs'dé ?
- Faut-il favoriser les droits fonciers ou les droits sur l'eau ?
- Faut-il considérer de la même façon les parcelles habitées et les champs irrigués ?
- Quelles restrictions imposer sur l'utilisation ? Et
- Les agriculteurs peuvent-ils mettre en location leurs parts ou louer celles des autres ?

L'apparition d'une mentalité de propriétaire est un danger bien connu; ce que l'on a moins bien compris, ce sont les problèmes qui surviennent lorsque les servitudes traditionnelles sont refusées aux peuplades de pasteurs ou quand les équipes administratives détournent des parcelles au profit des membres de leurs familles.

Quelque soit le système adopté, les clauses d'occupation des sols doivent donner à l'agriculteur une sécurité suffisante qui l'encourage à investir dans son bien; elles doivent en même temps assurer un transfert juste et sans à-coups des avoirs quand cela est nécessaire. Il y a certainement, dans le contexte africain, encore de la place pour d'autres essais (voir notre Rapport principal où les questions d'occupations des sols sont longuement traitées). Il vient à l'esprit deux possibilités: ou bien on insiste surtout sur les droits sur l'eau (les séparant de la complexité des droits fonciers indigènes), ou bien, on sépare les droits de propriété des parcelles habitées de ceux des champs (permettant ainsi aux familles de récupérer leur investissemnient en pouvant vendre directement).

L'incertitude qui pèse sur la façon dont seront distribués les bénéfices peut sans doute expliquer pourquoi la participation des femmes à l'irrigation devient de plus en plus problématique au fur et à mesure du développement d'un projet. Mwea unanimement considéré comme le projet d'irrigation le plus réussi du Kenya a connu des révoltes de femmes. A cause des difficultés auxquelles les familles de Mwea ont à faire face, les jeunes gens qui habitent dans les villages 's dans les périmètres irrigués ont du mal à trouver des femmes venant des villages environnants (Chambers et Moris, 1983). Presque partout, les femmes de la campagne attachent beaucoup d'importance à un certain nombre de facilités: eau propre, bois de chauffage en quantité suffisante, jardins potagers, possibilité d'élever quelques animaux et liberté de vendre leurs produits où elles le veulent.

Pourtant, il arrive que les responsables des projets publics suppriment une bonne partie de ces options. Bien sûr, les gens arrivent par la suite à tourner les règlements; on peut voir presque partout en Afrique sub-saharienne des plantations illégales de bananiers sur les digues pendant que le bétail broute les repousses dans les champs.

Les femmes et les enfants sont, en effet, les partenaires méconnus qui peuvent faire le succés d'un réseau d'irrigation. De nombreuses opérations de fonctionnement d'un réseau d'irrigation exigent des ménages ne disposant pas d'un équipement mécanique une grande disponibilité; cela veut dire que des membres d'une même famille doivent pouvoir se relayer lorsque l'un d'eux est malade ou absent. Dans les régions non musulmanes de l'Afrique sub-saharienne, ce sont les femmes qui font une grande partie des travaux des champs, alors qu'en Afrique du Nord ou en Asie ce sont les hommes. Elles passent des heures à planter, désherber et récolter alors que la présence de leurs enfants est indispensable pour éloigner les oiseaux avant la récolte. Néanmoins, comme Dey (1984) et d'autres l'ont fait remarquer, il n'est pas rare que les membres d'une même famille aient des parcelles séparées. On a tort de croire qu'en Afrique les ménages ruraux fonctionnent comme des "entreprises familiales" avec une gestion unique de la main-d'oeuvre et du budget car il n'en est rien c'est là une différence significative avec une grande partie de l'Asie (et aussi de Madagascar). Si le chef de famille s'absente pour chercher du travail autre part ce qui est fréquent les femmes qui sont à la maison ne peuvent pas engager de dépenses ou même recevoir de crédits pour leur production. D'un autre côté, c'est la femme qui est chargée de s'occuper et de nourrir les membres malades de la famille, ce qui entraîne une perte de temps qui augmente avec l'incidence des maladies liées à la présence d'eau (malaria) dans les zones d'irrigation.

Il faut évoquer le cas spécial des femmes et des enfants de peuplades nomades de pasteurs qui sont abandonnés (soit durant une sécheresse soit lorsque les hommes sont partis à la guerre). Les administrateurs des organisations de lutte contre la famine et des camps de réfugiés se sont souvent tournés vers l'irrigation locale pour diminuer la dépendance des ménages de l'aide extérieure. Kortenhorst (1983) et Schwartz (1983) décrivent plusieurs de ces tentatives dans le nord du Kenya. Mais il est bien évident que des familles déracinées et sans ressources font de piètres irrigants et pourtant, c'est une situation que l'on

rencontre fréquemment dans une grande partie du Sahel, du Soudan, de l'Ethiopie et de la Somalie.

Ces circonstances peuvent expliquer pourquoi de nombreux ingénieurs de génie rural travaillant en Afrique pensent que la plupart des obstacles qui empêchent l'utilisation de technologies standard sont d'ordre sociologique, administratif ou politique. Les sociologues, de leur côté, avancent que c'est à cause du laps de temps qui s'écoule entre la conception et la construction d'un système et le moment où les gens sont supposés le faire fonctionner, que les ingénieurs peuvent blâmer le "facteur social" de toutes les mauvaises performances, même s'il y a eu au départ des erreurs de conception. Quand on connaît l'importance en Afrique de ce que chacun reconnaît être des difficultés "sociales", il est intéressant de noter le peu d'études systématiques faites sur les aspects sociologiques de l'irrigation. A part quelques thèses de Ph.D, on ne dispose pas d'analyse détaillée de l'interface des systèmes social et technologique. A la place, on trouve des références fragmentaires et accessoires éparpillées dans les centaines d'ouvrages répondant à d'autres questions théoriques. Un programme sérieux d'enquête et de recherche n'a que trop attendu.

9. Aspects économiques

Les aspects économiques se situent au coeur des problèmes de l'irrigation en Afrique, même si, en général, on ne dispose
pas de données sur leurs coûts. La question essentielle qui se pose en matière de politique à suivre est de savoir s'il ne serait pas plus rentable d'investir dans une agriculture pluviale. Il y a le fait que le coût des projets classiques existants est élevé pourquoi alors ne pas diriger l'aide au secteur non organisé, moins coûteux ? Il y a aussi le problème du plafonnement du prix des productions (dû à un contrôle des prix, à la concurrence des produits synthétiques, et à la surproduction mondiale de certains produits agricoles) qui resserre la fourchette coût-prix. Lorsque l'irrigation se situe dans des endroits reculés, le pays doit faire face au financement du coût des infrastructures et à celui, élevé, des transports; et ceci doit se répercuter sur quelqu'un. Une fois que les projets d'irrigation sont opérationnels, ils risquent fort de devoir affronter des coûts de fonctionnement élevés. La plupart des pays subventionnent certaines des opérations dans l'espoir de rendre l'irrigation à caractère commercial plus

attirante pour les agriculteurs; est-ce là une politique de sagesse ? Ceux qui en sont au niveau de l'économie de subsistance auront, de toute évidence, bien du mal à rembourser les coûts de l'irrigation; le problème de leur récupération est de ce fait l'un des plus graves sur l'ensemble du continent africain. Ceci devrait, par conséquent, avoir une influence sur la décision de rechercher ou non un financement par prêt à l'extérieur. L'obtention des prêts implique fréquemment l'hypothèse de doubles récoltes ou de rendements moyens plus élevés que ceux que les plus grands systèmes peuvent atteindre, pour des raisons économiques et de gestion. Enfin, lorsqu'un pays voit sa balance des paiements se dégrader, il se peut que les importations des nombreux produits requis par une production irriguée moderne lui paraissent insupportables. Toutes ces considérations mises bout à bout expliquent clairement pourquoi, de nos jours, les problèmes d'ordre économique l'emportent sur tous les autres en matière d'irrigation.[8]

La rentabilité de l'irrigation en Afrique reste plafonnée à un niveau peu élevé du fait que les agriculteurs restent tributaires de l'énergie humaine et qu'ils ne sont que peu entrés dans le cycle de la production commerciale. Au Kenya, par exemple, on estime que 54% des agriculteurs ne disposaient, en 1976/77 que de moins d'un hectare (de Wilde, 1984:13). Il y a bien peu d'espoir d'arriver à financer des améliorations du capital investi, comme celui qui est associé à l'irrigation moderne, là où les parcelles sont si petites et où il n'y a pas d'équipement mécanique. A moins, bien sûr,que les agriculteurs ne mettent en commun leurs ressources, sous la forme de coopératives ou d'associations d'usagers de l'eau. Individuellement, les petits propriétaires africains manquent des capitaux qu'exige une technologie chère, à la fois pour les investissements initiaux et pour les dépenses de fonctionnement. Voilà pourquoi, à l'heure actuelle, on ne trouve d'irrigation rentable que dans des installations de petite taille, irriguées par pompes et consacrées à des produits d'horticulture se vendant cher; ou encore dans des périmètres de production de grande taille, de type commercial ou para-étatique.

---

[8]Sur l'économie de l'irrigation, on trouvera comme point de départ les références suivantes : Bergmann et Boussard (1976); de Wilde (1984); Eicher et Baker (1982); Hazelwood et Livingstone (1982); Humphreys et Pearson (1979-1980); et Pearson et al. (1981)

Si l'on s'en tient, pour l'instant, à l'hypothèse que l'irrigation ne disparaîtra pas, on peut distinguer au moins huit types de stratégies susceptibles de lui permettre de se répandre plus largement, à savoir:

1. Abaisser les coûts en modifiant le type de technologie utilisé.
2. Subventionner les principaux postes du développement des périmètres irrigués.
3. Ne pas imputer aux projets les dépenses d'infrastructure.
4. Travailler avec des communautés d'agriculteurs (mettant en commun leurs ressources).
5. Introduire des organismes de remplacement pour la gestion (agences publiques d'irrigation).
6. Encourager la création de plus grandes unités en poussant dehors les petits propriétaires.
7. Réserver l'irrigation à des cultures à haute valeur de production.
8. N'irriguer que des sites pour lesquels la demande des produits est forte et les coûts de transport bas.

Pour un observateur extérieur, il semble bien que certains des problèmes que connaît l'irrigation en Afrique sont à mettre au compte de stratégies inadaptées ou onéreuses, déployées pour la promouvoir. Dans des systèmes économiques de petite taille, affectés d'un aussi fort degré de dualisme, il y a peu de chances pour que le choix de la technique d'irrigation soit fait en fonction des besoins réels. Au contraire, ce sont souvent des fonctionnaires ou des consultants extérieurs qui décideront de la forme d'irrigation à adopter et de la politique qu'elle requiert. Souvent, semble-t-il, ils n'ont pas totalement anticipé quelles seraient les implications économiques des " solutions" qui auront été retenues pour favoriser le développement d'une agriculture irriguée.

La détérioration de la situation économique dans l'Afrique sub-saharienne a entraîné des conséquences tout à fait négatives, directes et immédiates, sur l'irrigation (voir Pottan, 1984, à propos de Madagascar). En premier lieu, la culture du coton et de la canne à sucre ont été particulièrement touchées par un resserrement de la fourchette coûts-prix (ce qui a eu pour conséquence de menacer tout le secteur irrigué au Soudan). En second lieu, les activités de forage de l'eau (les "tubewells" comme l'on dit en Asie) ne peuvent survivre sans

que soient importées pièces et carburant. Dans leur souci de s'affranchir de la contrainte des pièces de rechange, les pays sont devenus de plus en plus dépendants d'un grand nombre d'organismes donateurs. Il s'en est suivi une diversification de leurs sources d'équipements, mais aussi une plus grande vulnérabilité, dans la mesure où ces pays africains n'ont que rarement une représentation correcte auprès des pays fournisseurs. En troisième lieu, l'agriculture irriguée a pris un caractère plus risqué du fait des pénuries de carburant (comme on l'a vu en Somalie, mi-1984), à tel point que les agriculteurs sont revenus parfois aux techniques à moindre risques, c'est à dire à l'agriculture non irriguée, même à l'intérieur des périmètres irrigués. Enfin, beaucoup de pays d'Afrique connaissent de tels déficits budgétaires qu'ils se montrent réticents à fournir les financements répétés dont ont besoin les installations d'irrigation (cf. Le Club du Sahel, 1982; Finney, 1984; Gray et Martens, 1982; et Over, 1983). La gestion d'un système de transport de l'eau entraîne des besoins d'argent continuels, si bien que les grands projets, avec leur personnel salarié, sont particulièrement vulnérables lorsque les fonds de fonctionnement se tarissent.

Alors qu'en Afrique l'irrigation reste associée à une notion un peu magique de "technologie moderne", les organismes donateurs ont commencé à se poser des questions à propos des coûts unitaires élevés que l'on constate en général (Tableau 8). Ceux que l'on cite ici à propos du Sahel sont probablement sous-évalués. En général, en Afrique, tous les plus grands projets connaissent des coûts de gestion externe élevés, ce qui n'est pas toujours le cas dans les pays qui possèdent une administration de l'irrigation (comme au Soudan, au Kenya, au Nigeria ou au Sénégal). Un seul périmètre irrigué de canne à sucre peut nécessiter 10 à 15 techniciens expatriés, recevant des salaires aux standards internationaux. Viennent ensuite d'inévitables coûts d'infrastructure: logement du personnel, routes, stockage des récoltes, infirmeries etc...Une installation située dans un emplacement reculé, comme celle de Bura Ouest au Kenya, coûtera de l'ordre de 25 000 dollars par hectare, en monnaie de 1980 (Toksoz, 1981:13). Devant une irrigation aussi onéreuse et concentrée géographiquement on ne peut manquer de se poser des questions d'équité; d'autres régions du pays qui se voient refuser la possibilité d'échanges avec l'étranger et l'accés à des niveaux d'investissement comparables, connaissent des coûts d'opportunité élevés.

On peut se demander aussi pourquoi, en Afrique, les coûts unitaires des projets de petite taille se révèlent à peine inférieurs à ceux des grands. Le

TABLEAU 8

ESTIMATION DU COUT DE LA CONSTRUCTION DE PERIMETRES D'IRRIGATION AU SAHEL (1985)

Type de construction	Terrassement	Structures en béton	Pompes	Total
	- - - - - - - - - -	US$ par hectare	- - - - - - - -	
Crues contrôlées (profondeur 1,3 m)	800	200	-	1 000
Idem (profondeur 0,4 m)	1 350	350	-	1 700
Idem (profondeur 0,15m)	3 000	800	-	3 800
Inondations de décrue (fleuve Niger)	300-800	80-200	-	400-1 000
Développement terres marécageuses (simple)	-	-	-	200
Idem (amélioré)	-	-	-	800
Irrigation de surface, contrôlée				
• projets niveau village, terrasses rivières	1 000	700	1 500	3 200*
• idem, terres basses	2 600	1 800	1 000	5 800**
• grands projets, terrasses rivière	2 400	800	1 200	4 800***
• idem, terres basses	4 600	1 200	1 000	8 400****

* Plus travail fourni par les bénéficiaires
** Plus travail fourni par les bénéficiaires, mais nivellement compris (400 US dollars par hectare)
*** Comprend le nivellement, pour 400 US dollars par hectare (site favorable)
**** Comprend le nivellement pour 1 600 US dollars par hectare (contrôle total)

Source: FAO Investment Center, 1985. "Irrigation in Africa South of the Sahara", p. 41. Rome: FAO

manque de corrélation entre la taille de l'équipement et ses coûts unitaires laisse à penser qu'il existe là un mode de relation complexe et sans doute plusieurs facteurs qui entrent en ligne de compte. Dans toute la gamme des projets on peut en trouver qui sont très chers, depuis ceux, très petits, qui sont utilisés par quelques familles, jusqu'aux plus grands, de plusieurs milliers d'hectares. Les organismes donateurs auraient donc tort de croire qu'en Afrique, les petits projets ont la propriété intrinsèque d'avoir, par mètre cube d'eau fournie, un coût inférieur à celui des grands.

Les documents d'évaluation contiennent fréquemment des affirmations péremptoires sur les systèmes en question. Il est probable que la principale source d'erreurs provient d'une forte sous-évaluation du coût de la main-d'oeuvre agricole. On avance en général, à ce sujet, l'argument selon lequel les agriculteurs bénéficieraient d'une main-d'oeuvre familiale gratuite et auraient peu d'autres moyens de rémunération de leur travail. Même sans irrigation, c'est rarement vrai en Afrique, car les goulots d'étranglements dûs au manque de main-d'oeuvre saisonnière y sont très accentués. Il faut donc reconnaître que les agriculteurs préfèrent effectuer des échanges commerciaux sur de longues distances et consacrer leur travail à l'élevage de bétail à intérêt prioritaire. On peut donc être pratiquement sûr que le travail consacré à l'irrigation sera perçu comme ayant un coût d'opportunité élevé. Tout ceci est bien connu à travers la littérature (Wallace, 1981). Il semble que le coût du travail agricole n'a pas été pris en compte dans les calculs coûts-bénéfices, simplement parce que c'était là le seul moyen, pour les auteurs, de faire apparaître des bénéfices suffisamment attrayants pour justifier des investissements élevés. Le caractère artificiel de telles évaluations ira en croissant avec les années, dans la mesure où le développement économique d'une région, dans son ensemble, risque d'entraîner une hausse sensible du coût de la main-d'oeuvre.

Les problèmes de prix et d'emplacements se révèlent être des facteurs clefs dans le succés ou l'échec d'un projet. Souvent, on s'est laissé imposer l'emplacement par deux considérations: la présence d'eau et de terrains disponibles. Par la suite, on s'aperçoit que des coûts de transport élevés détruisent l'économie de la production, en dépit d'une bonne gestion.On le redira encore une fois: les fournitures importées deviennent chères lorsqu'elles doivent être amenées par camions jusqu'au périmètre d'irrigation. Pour remédier à ces inconvénients, de nombreux pays d'Afrique ont cherché à établir des prix

uniformes sur tout leur territoire, compensant ainsi par des subventions au niveau national des différences de coûts des transport (de Wilde, 1984:6). De telles politiques favorisent l'irrigation, mais il faut bien que ces coûts soient imputés quelque part dans le système économique (avec une composante importation très forte).

On dispose d'une littérature importante en matière de politique alimentaire et de vente des produits agricoles en Afrique (voir Bates, 1981; le Club du Sahel, 1977; de Wilde, 1984; Eicher et Baker, 1982; Humphreys et Pearson, 1979-80; McIntire, 1981; Maiga, 1976; Pearson et al., 1981; Singh, 1983; et Wilcock, 1978). Pour dresser un panorama général on peut dire que de nombreux pays d'Afrique ont essayé une politique d'intervention consistant à atténuer les fluctuations de prix, par des contrôles de prix et l'interposition, entre producteur et détaillant, d'offices publics de vente. De même, comme on l'a déjà dit, les prix des fournitures importées et ceux des transports ont parfois été contrôlés, par l'intermédiaire de subventions. En même temps, les autorités politiques peuvent quelquefois chercher à subventionner les prix des produits de base pratiqués dans les villes. Le résultat est que, à tous les niveaux de la chaîne qui va du producteur au revendeur, les prix sont sous le contrôle de l'Administration, sauf ceux de ce que l'agriculteur doit acheter pour faire marcher son exploitation. La tentation de faire passer sur lui les augmentations des coûts est pratiquement irrésistible, dans la mesure où les gestionnaires des projets d'irrigation ne peuvent pas changer facilement des prix fixés à l'échelon national. En même temps, comme les frais généraux de la chaîne de distribution des produits s'envolent et échappent à tout contrôle, les responsables du pays essayent à tout prix de faire baisser les prix de l'alimentation en ville; la production agricole irriguée, dont le coût est élevé à cause des technologies mises en oeuvre, est particulièrement vulnérable au resserrement de la fourchette coûts-prix qui s'ensuit. En période de sécheresse, les importations de produits alimentaires à prix réduit permettent d'atténuer les pressions subies par les responsables pour revoir à la hausse les prix intérieurs. Dans ces conditions, l'"échec" d'un système d'irrigation peut tout simplement traduire l'impossibilité de mener des opérations de type commercial dans un climat de politiques économiques contradictoires.

Il est curieux de constater que la stratégie que la plupart des pays d'Afrique n'ont pas utilisée (à moins qu'ils n'y aient été poussés par les organismes donateurs)est la réduction des coûts par le changement du type de technologie.

Le tableau 9 donne des estimations, par la FAO, des augmentations de production de paddy qui permettent de rentabiliser les coûts d'investissements, pour plusieurs options. De très loin, les travaux les plus rentables sont les réparations légères d'installations existantes ou l'aide aux rizières de marécages. (On remarquera que les coûts cités pour des projets "entièrement contrôlés" sont le tiers de ceux mis en évidence pour l'installation de Bura au Kenya). Il s'ensuit que l'irrigation de type "moderne" que l'on trouve maintenant le plus souvent en Afrique constitue le choix le moins rentable. Le rentabiliser oblige à atteindre dès le début des rendements élevés, tout en bénéficiant d'un marché protégé des importations de riz à bas prix.

10 Aspects institutionnels

Un des aspects qui différencient le plus les diverses régions d'Afrique est le plus ou moins grand degré d'introduction de l'irrigation dans les institutions locales. Presque partout la notion d'"ingénieur de l'irrigation" constitue une nouveauté. Cependant, les "corps du génie rural" qui existent dans la plupart despays francophones en sont un bon équivalent. En Egypte et au Soudan les ministères de l'Irrigation ont des ingénieurs salariés et les compétences locales sont déjà considérables. Ailleurs, ce type de besoin a été satisfait par le détachement, à titre temporaire, d'ingénieurs de génie civil ("civil engineers") chargés de concevoir et de superviser les projets. Une fois construits, ces derniers étaient en général placés sous la coupe des agronomes qui, en Afrique, ont commencé par être des officiers des puissances coloniales; ils ont été remplacés depuis peu par des diplômés locaux ou parfois par du personnel de la FAO et de la Banque mondiale. Ceci fait que les périmètres irrigués ont manqué d'une gestion intégrée, en tant que systèmes, sauf lorsque les responsables des projets choisissaient de s'en occuper tout particulièrement.

Peu de pays africains saventde quelle main-d'oeuvre ils peuvent disposer pour un développement éventuel de leur irrigation. Wright et ses collègues de Silsoe (1982) ont effectué une évaluation précise des besoins en personnel pour le développement de l'irrigation au Nigeria, avec description des postes de cadres techniques nécessaires et des compétences qu'ils requièrent. C'est à notre connaissance la seule étude de ce type qui soit disponible sur le continent africain. Dans certains pays, comme la Somalie, pour lesquels l'irrigation est

TABLEAU 9

PRODUCTION SUPPLEMENTAIRE DE PADDY JUSTIFIANT DES INVESTISSEMENTS D'IRRIGATION *

	Taux de rentabilité désiré			
	12%		7%	
Prix du riz (US $ par tonne)	180	300	180	300
	- - - - - - tonnes paddy/ha/an - - - - - -			
Projets nouveaux				
. contrôle partiel (4 000 US $ /ha)	7,1	4,3	4,7	2,8
. contrôle total (8 000 US $/ha)	14,2	8,5	9,4	5,7
Projets remis en état **				
. travaux importants (1 500 US $/ha)	2,7	1,6	1,8	1,1
. travaux minimes (750 US $/ha)	1,3	0,8	0,9	0,5
Projets traditionnels				
. submersion (1 500 US $/ha)	2,7	1,6	1,8	1,1
. marécage (500 US $/ha)	0,9	0,5	0,6	0,3

* Avec un rendement de décorticage de 68% et des coûts de fonctionnement égaux à 30% de la valeur brute du produit.

** Avec des travaux s'étalant sur trois ans et plein bénéfice la sixième année.

Source: FAO Investment Center, 1985. "Irrigation in Africa South of the Sahara", p.60. Rome: FAO.

pourtant très importante, les services concernés du ministère correspondant ne disposent pas automatiquement des données sur la situation globale du secteur dans son ensemble, en matière de main-d'oeuvre. Beaucoup des interventions que l'AID pourra envisager de faire nécessiteront ce type d'information et, de toute façon, le pays lui-même en aura grandement besoin pour sa planification interne.

Les techniciens étrangers qui travaillent en Afrique, quelle que soit leur spécialité, ont le sentiment que beaucoup de projets d'irrigation y ont souffert d'une gestion déficiente. En passant en revue les études qui lui sont consacrées, on trouve des éléments d'explication partiels: elles montrent que, si l'application de principes universels de gestion expliquent un fonctionnement interne correct des agences d'irrigation, celles-ci rencontrent à l'échelon local des difficultés de relations avec leur environnement socio-politique (Kiggundu, 1983). L'irrigation implique nécessairement de nombreux liens entre les activités de production et leur environnement, et il était donc prévisible qu'elle poserait des problèmes de gestion.

Faire fonctionner efficacement et sur une longue période de temps un système d'irrigation nécessite d'appliquer à sept niveaux différents des principes de gestion. Il faut, en premier lieu, que quelqu'un assume la responsabilité de la planification à grande échelle et de la supervision des actions dans tout un secteur ou dans un bassin hydrographique: c'est là un aspect négligé dans de nombreux pays. Il faut ensuite introduire et appliquer des principes de gestion pendant la construction (en général, pour les projets les plus importants, ce sont des consultants extérieurs ou l'entreprise contractante qui interviennent). En troisième lieu, une fois qu'il fonctionne, un système d'irrigation est placé sous l'autorité d'une structure de gestion: un organisme d'implantation spécialement créé, une ferme para-publique ou un simplement une petite unité PVO placée auprès du périmètre. Les gestionnaires du projet ont la responsabilité d'assurer la coordination des interventions financières, agronomiques et de celles des agriculteurs, dans le périmètre irrigué. En quatrième lieu, une gestion de l'approvisionnement en eau est souvent nécessaire pour la partie hydraulique (ou partie principale) du système. A ce niveau, on mettra l'accent sur les problèmes posés par les installations d'entrée ou de pompage des eaux, de même que sur le système et le calendrier de distribution de l'eau jusqu'au point où l'agriculteur en devient responsable. En cinquième lieu, il peut exister encore que cela manque souvent des associations d' usagers de l'eau d'irrigation. Elles se présentent sous

forme d'associations spécialisées ou s'intègrent dans des systèmes communautaires plus vastes. Si elles jouent un rôle dans la distribution de l'eau et de son calendrier, dans le remboursement des avances, dans l'entretien des installations et dans l'arbitrage des conflits, alors il faut qu'elles soient, elles aussi, dirigées et coordonnées. En sixième lieu, il ne faut pas oublier la gestion de l'eau sur l'exploitation, c'est-à-dire, essentiellement, la façon dont les agriculteurs l'emploient pour leurs cultures. Enfin, il peut se révéler utile, avec le temps, de gérer les aspects économiques de l'irrigation et son impact sur l'environnement.

Les analystes américains qui viennent en Afrique dotés d'une formation technique perçoivent en général l'importance des problèmes de gestion relatifs à trois des sept niveaux évoqués précédemment. Ils comprendront pourquoi des principes de gestion s'imposent au niveau d'un secteur géographique entier ou d'un bassin hydraulique, pour le "système principal" d'une nature avant tout hydraulique et pour l'utilisation de l'eau "sur l'exploitation", pour beaucoup une question d'agronomie de l'irrigation. De ce point de vue, les "problèmes" de l'irrigation en Afrique se révèleront le plus souvent se trouver à l'interface avec d'autres systèmes, notamment économiques, sociaux, institutionnels ou agronomiques. Il ne paraîtra pas nécessaire d'apporter de profondes modifications aux procédures standard de gestion de l'irrigation qui sont déjà en vigueur dans d'autres régions du monde.[9]

Jusqu'à présent, beaucoup de pays africains ont eu recours, pour entreprendre d'importants projets d'irrigation, à une aide extérieure (le Soudan en étant la seule exception). Chaque puissance coloniale utilisait sa propre approche: de la même façon, de nos jours, chaque organisme donateur introduit ses préférences en matière technique dans les projets qu'il finance. Les Hollandais construiront des unités de type polder, les Chinois des rizières inondables, et la Banque mondiale pourra, par exemple, financer des digues pour la culture de riz flottant (comme au Mali). Il peut s'en suivre une belle pagaille lorsque, pour des projets de grande taille et financés par plusieurs organismes donateurs, l'un fournit, par exemple les services de vulgarisation, l'autre le financement de la construction et un troisième la conception et la surveillance technique. La multiplicité des rapports et des systèmes comptables oblige à plus d'efforts de

---

[9]On trouvera dans Sagardoy (1982) et Walker (1984), deux auteurs non-américains une vue plus large des questions de gestion de l'irrigation.

gestion (notons ici que l'exercice budgétaire se termine en décembre pour la FAO, en juin pour la Banque mondiale et en septembre pour l'USAID). Les rares ingénieurs d'un pays africain consacrent l'essentiel de leurs efforts à traiter avec d'aussi nombreux organismes donateurs, et ne peuvent pas apporter aux gestionnaires des projets l'aide spécialisée dont ils ont besoin (Haddon, 1980).

Conscients de ces difficultés, des pays africains ont cherché à créer leurs propres services de planification. Une série d'initiatives de ce type sont nées de la sécheresse de 1973-74, qui a provoqué la création d'un consortium de pays donateurs (le Club du Sahel) et, parallèlement, celle d'un comité de pays bénéficiaires, le CILSS. Les efforts conjoints du Club et du CILSS mettent en évidence les facteurs qui influent, à moyen et à long terme, sur le développement de l'irrigation. Ils traitent de la plupart des points que nous traitons ici, en se limitant cependant au Sahel (on trouvera dans Gellar, 1981, une liste commentée des principales études Club/CILSS).

L'Agence de bassin ou RBA (River Basin Agency) a constitué un autre type de cadre à l'image, de toute évidence, de la TVA (Tennessee Valley Authority), aux Etats-Unis. A l'origine, c'est le besoin d'assurer un développement planifié et coordonné pour les cours d'eau à cheval sur plusieurs pays qui a été, au niveau international,l'impulsion nécessaire à la création des RBA. L'exemple le plus avancé est l'OMVS (Agence inter-états pour le fleuve Sénégal qui regroupe le Sénégal, la Mauritanie et le Mali). On trouve, parmi les autres cours d'eau dotés d'agences ou de commissions, le Niger, la Volta, la Gambie, la Kagera et le Nil, ou encore le bassin du Tchad (cf.un rapport de 1983 des Nations Unies qui décrit tous ces exemples). L'USAID a joué un rôle important pour plusieurs de ces Agences, qui s'est manifesté par la création d'un bureau spécialisé chargé de traiter avec le Sahel considéré dans son ensemble (cf. Lateef, 1980; Derman,1984; Joyce, 1978; USAID, 1976; et Brondolo, 1985). Plus récemment, plusieurs pays se sont mis à confier à des Agences de bassin des problèmes de drainage. On en a trois exemples au Kenya, au moins deux en Tanzanie et pas moins de onze au Nigeria. Dans la mesure on l'on trouve une planification systématique de l'irrigation, elle est dans sa plus grande partie liée à l'existence des Agences de bassin. Pourtant, comme le note Siann (1981) à propos du Nigeria, entre de telles agences et les organismes de gestion de l'eau, il y a des recouvrements de compétences, et par conséquent de nombreuses sources de conflits possibles lorsque les Agences prennent la responsabilité effective de la réalisation des

projets. Scudder (1980) dresse un excellent panorama des aspects sociaux du développement des bassins hydrographiques. L'AID a financé une étude sur ce sujet, dont elle lui a confié la responsabilité. Les Agences de bassin qui existent déjà constituent des points d'ancrage naturels pour de futures études sur l'irrigation (voir troisième partie).

Même là où des Agences fonctionnent, il n'est pas rare que la responsabilité des opérations d'irrigation soit partagée entre plusieurs organismes gouvernementaux. En général, la construction a toute chance d'aller au ministère des Travaux publics, la gestion du système hydraulique au ministère de l'Eau et l'Electricité, ou à un Office de l'Eau; les aspects agronomiques au ministère de l'Agriculture; peut-être, enfin, les aspects sociaux à une Commission de l'Aménagement de l'Habitat. Pour assurer une meilleure coordination au niveau central, beaucoup de pays d'Afrique ont créé des organismes publics d'irrigation, à responsabilité nationale. Les mieux connus sont sans doute la SAED au Sénégal, l'ONAHA au Niger, le Gezira Board au Soudan et la National Irrigation Board au Kenya (par contre, de tels organismes sont absents de pays comme la Tanzanie et la Somalie). De toute évidence, ils sont différents les uns des autres par leurs tailles, leurs structures et leurs modes de fonctionnement; ils ont néanmoins beaucoup de points communs. Leur efficacité peut se révéler correcte s'ils contrôlent de près leurs coûts et leur personnel; s'ils surveillent attentivement le fonctionnement de chacune des installations, prise individuellement; si, enfin, ils gardent assez de compétence technique. En sens inverse, ils sont en butte, dans certains pays, à des pressions pour augmenter le volume de leur personnel de façon inutile et ils se sont montrés incapables de garder leurs meilleurs techniciens. A notre avis, ces organismes publics d'irrigation resteront, malgrè leurs défauts, tant est grand le besoin d'une autorité au niveau national qui puisse mettre en oeuvre les projets retenus. Néanmoins, il nous parait nécessaire de maintenir à la fois ces organismes et les Agences de bassin.

Les organismes de gestion des projets eux-mêmes sont de plus en plus nombreux en Afrique: c'est là une innovation que les Américains connaissent moins bien. L'utilisateur du périmètre peut accomplir lui-même certaines tâches de gestion et ne faire appel à une agence extérieure que pour organiser le mode de distribution de l'eau. Néanmoins, lorsqu'un système d'irrigation dessert des centaines d'agriculteurs, il faut, en général, mettre en place un certain niveau d'organisation. Les tâches à accomplir au niveau du projet sont nombreuses, et

les agriculteurs ne peuvent pas s'en occuper individuellement: calendrier de distribution de l'eau dans les canaux principaux, achat et remplacement des équipements, remboursement des prêts souscrits pour le projet, accords pour effectuer les importations, préparation des budgets, paiement du personnel, transports... A chaque fois, l'organisme gestionnaire du projet prend des décisions pour le compte des agriculteurs. Les pouvoirs qu'il exerce sont ceux qui leur reviendraient dans une installation agricole de grande taille. Il devient évident que ce niveau du projet est, de nos jours, celui-là même auquel il faut porter attention quand on s'intéresse à la gestion des projets d'irrigation.

De notre discussion précédente sur les systèmes d'irrigation, il ressort qu'en Afrique les projets de grande taille, organisés, ont engendré, entre agriculteurs et gestionnaires, des relations de "haut en bas" de style paternaliste. Presque partout, dans de telles installations, la participation des exploitants aux décisions est considérée comme un privilège accordé par la direction (voir Chambers et Moris, 1973). A notre avis, ce n'est pas pur hasard si de tels réseaux sont affligés de coûts élevés, d'un personnel pléthorique, d'un manque de souplesse et d'une sorte d'aliénation des agriculteurs. La question qui se pose alors, en toute logique, est de savoir si l'on peut trouver un type différent d'organisation qui, tout en agissant au nom des agriculteurs, serait plus attentive à leurs besoins.

Une "société d'irrigation", de type américain, serait une possibilité. Nous pensons cependant que l'on remplirait probablement les conditions précédentes avec une sorte d'association des usagers de l'eau d'irrigation, dotée peut-être d'une structure analogue à celle des coopératives de production, type d'institution déjà bien présente dans les pays d'Afrique. Un excellent article de départ pour discuter de cette solution serait l'étude d'Underhill par la FAO, complétée par Montgomery (1983), Silsoe (1985) et la conférence de 1984 au Zimbabwe (Blackie, 1984). Des associations d'usagers de l'eau existent déjà le long du Sénégal (voir notre précédente liste de références) et du Niger. Nous espérons qu'elles seront le point de départ d'innovations institutionnelles au fur et à mesure que les responsables des projets d'irrigation en Afrique apprennent à porter plus d' attention à leurs clients qu'à leurs maîtres.

11. Propositions de projets concrets

En résumé, nous avons essayé d'ériger en quelques règles empiriques, à l'adresse d'ingénieurs de conception de projets et d'équipes de terrain potentielles, ce que nous avions appris. On ne peut donner aucune règle universelle à suivre. Nous avertissons le lecteur que ces observations préliminaires n'ont fait l'objet d'aucun examen par des ingénieurs de terrain expérimentés. Nous recommandons vivement à ceux qui sont intéressés par l'irrigation à petite échelle la lecture de l'ouvrage de Kortenhort sur l'expérience faite au Kenya (1983:28-51).

1. Penser qu'il y aura de nombreux usagers, saisonniers et permanents. Si toutes les parties intéressées s'unissent, il y a plus de chance pour que le projet réussisse.
2. Ne pas s'aventurer dans des zones où les droits sur les terrains et sur l'eau sont déjà contestés.
3. Tout faire pour assurer un approvisionnement en eau fiable. Ne pas compter sur de petits barrages, sauf si on en a localement une bonne expérience.
4. Vérifier quels sont les niveaux probables de hautes et basses eaux en interrogeant, sur place, les agriculteurs.
5. Faire participer les agriculteurs aux phases de planification et de construction: cela regroupera les compétences locales et dédommagera les exploitants des dérangements subis dans leurs propres activités.
6. Prévoir à l'avance la formation et l'aide à apporter aux agriculteurs pour le nivellement.
7. Eviter les pompages inutiles. Si l'on doit utiliser des pompes, en choisir qui se règlent sur le niveau de l'eau et qui bénéficient de services d'entretien.
8. Ne jamais utiliser d'équipement "orphelin", qui ne bénéficie pas déjà, dans le pays ou la région, d'un service d'entretien.
9. Prévoir un temps de réalisation double pour le projet, s'il comprend des constructions importantes, et s'il se situe dans une région éloignée.

10. Toutes choses étant égales par ailleurs, on préfèrera les solutions qui impliquent les coûts de fonctionnement les plus bas.
11. Eviter de financer par prêts les infrastructures. Un travail préparatoire sérieux avec les agriculteurs peut souvent être à l'origine d'infrastructures simples dérivées de leurs propres ressources.
12. Inclure dans les plans d'irrigation la notion de sécurité alimentaire, dans la mesure où c'est ce qui compte le plus pour les agriculteurs.
13. Inclure au moins une culture de haut rapport qui fournira des liquidités pendant les premières années.
14. Porter une attention particulière aux coûts des transports, à moins que le périmètre soit situé au coeur d'une zone de consommation ou qu'il fasse partie d'un réseau de commercialisation déjà opérationnel.
15. Permettre une utilisation régulière de l'eau d'irrigation à des fins domestiques et pour le bétail, pendant les périodes de sécheresse.
16. Tenir compte de ce que, sans équipement mécanique, un fermier ne peut cultiver qu'un à deux hectares de terre irriguée.
17. Ne pas oublier qu'en période de pointe la main-d'oeuvre se fera rare et que son coût augmentera avec le temps.
18. Faire participer les femmes au plan et au fonctionnement du projet et recueillir leur avis sur les questions d'organisation et de procédures.
19. Ne pas s'attendre à ce que les agriculteurs entretiennent, de leur propre initiative, les ouvrages si ceux-ci ne se trouvent pas sur leur propriété.
20. Ne pas prévoir deux récoltes par an avant que les fermiers n'aient acquis une certaine expérience et que le système de commercialisation ne soit au point.
21. Réduire au minimum le nombre des salariés et réserver les emplois aux enfants des participants au projet.

22. S'attendre à ce que le remboursement des dépenses soit difficile et douloureux pour tous.Il faut prévoir à l'avance des périodes de remboursement qui coïncident avec celles où les familles disposent de liquidités.
23. Si dans la conception du projet on a prévu de conserver l'argent ou le carburant au sein de la communauté, s'assurer que toutes les dispositions correspondantes ont été effectivement prises.
24. Repérer les sources de maladies et faire en sorte de les limiter au maximum.
25. Eviter de se transformer en fonctionnaire de l'aménagement de l'habitat. Rester simple!

12. Pour en savoir plus

Il est possible que quelques-uns des lecteurs de ce rapport ne puissent avoir accès aux deux autres volumes, qui développent les conclusions précédentes. A leur intention, nous avons inclus dans l'Annexe B une liste bien fournie de références. Plusieurs excellents articles sur l'agriculture tropicale, qui traitent bien de l'irrigation, sont actuellement sous presse: en particulier Arnon (1981); Ruthenberg (1980); Richards (1985); Okigbo (1984); et Leakey et Willis (1977). Sur l'irrigation en Afrique on trouvera: Brondolo (1985); Adams et Grover (1984); Rydzewski (1974);on pourra aussi consulter des chapitres des ouvrages de Heyer et al. (1981); Blackie (1984); et FAO (1985). La bibliographie de Gellar (1981), complétée par Hawksworth (1984) constitue un excellent guide pour les autres ouvrages intéressants. La liste des pays étudiés en détail dans les ouvrages cités dans l'Annexe B comprend le Kenya, le Nigeria, le Soudan, le Sénégal,le Mali et le Niger.

TROISIEME PARTIE
IMPLICATIONS POUR LES DONATEURS

Problèmes en Présence

La littérature contient déjà trois listes utiles des questions principales à examiner par les donateurs lors de l'évaluation d'un projet d'irrigation. Deux de ces listes proviennent d'études financées par l'AID (Berry et al., 1980: Steinberg, 1983: 35-65) et la troisième de l'OCDE (Carruthers, 1983:68-75). En nous basant sur Carruthers, nous suggérons 15 points indispensables aux prises de décision concernant l'irrigation en Afrique:

1. Où et quand accorder des subventions?
2. Nouveaux projets ou remise en état?
3. Drainage ou plus de travaux d'irrigation?
4. Projets d'irrigation, grands ou petits?
5. Investissement direct ou soutien des prix?
6. Développement par le secteur public ou privé?
7. Energie hydraulique contre irrigation?
8. Matériel ou gestion?
9. Exploitation conjointe des nappes?
10. Agences de bassin contre projets individuels?
11. Possibilités d'autres sources d'énergie?
12. Riz de marécage contre riz pluvial?
13. Détenteurs de droits contre agriculteurs?
14. Irrigation totale ou complémentaire?
15. Transfert ou création de nouvelles techniques?

Ce qui précède que le lecteur est au fait des arguments généraux avancés par Steinberg et Carruthers. Nous avons donc mis l'accent sur les caractéristiques qui pourraient, pour l'irrigation en Afrique, modifier les recommandations types. On verra clairement qu'il n'y a pas beaucoup de recommandations pour tout le continent. Des techniques appropriées devront être choisies dans chaque cas et pour chaque pays en particulier.

1. Où et quand accorder des subventions?

Suivant Steinberg, la première question à examiner en ce qui concerne les investissements dans l'irrigation, est "Qui paie? " (1983:43). L'importance de la distribution des coûts devrait maintenant être évidente. Nous avons vu que l'irrigation en Afrique tend à être excessivement coûteuse, que les petits propriétaires ne peuvent pas se permettre des augmentations de capital importantes, que l'exploitation typique est "en manque d'énergie" et que les gouvernements africains ne peuvent supporter les coûts renouvelables. De plus, des projets éta-blis de manière satisfaisante pour des récoltes doubles -- introduits principalement pour stimuler les mouvements de trésorerie des exploitants pour renforcer leur capacité de remboursement -- ne sont pas à conseiller techniquement dans un contexte typiquement africain.

Par conséquent, "Qui paie?" est une question essentielle qui doit précéder l'examen de toutes les autres. Il est assez clair que dans un contexte africain , l'irrigation ne peut être financièrement indépendante que jusqu'à ce que le réseau d'exploitations agricoles qui l'accompagne, ait atteint un niveau assez avancé de commercialisation; par exemple l'irrigation complémentaire pour les exploitations de café au Kenya ou l'irrigation de fond de vallée sur les grandes exploitations du Zimbabwe. L'implication pour les donateurs est donc que certains subsides sont inévitables si un pays a l'intention de développer l'irrigation. La question pratique n'est pas alors de savoir s'il faut subventionner, mais où, quand et quelles seront les conséquences? Si la réponse est affirmative, une estimation définitive n'est pas suffisante: un pays doit également considérer les coûts économiques et la rentabilité, aussi bien au niveau de l'entreprise que pour l'ensemble du secteur.[10] Une des questions à examiner est notamment de savoir s'il faut financer la construction initiale sous forme de don, laissant le pays d'accueil se concentrer sur le financement des coûts renouvelables.[11] Le pays

---

[10] Une excellente étude comparée de Stanford sur cinq pays producteurs de riz de l'Afrique Occidentale, examine les questions financières et économiques, la rentabilité privée contre la rentabilité sociale et les coûts du marketing aussi bien que ceux à la production.

[11] Une construction initiale subventionnée peut laisser les pays dans une pire situation causée par des coûts renouvelables élevés (cf. Finney, 1984 et toute la littérature à ce sujet).

peut-il se permettre d'exonérer ses projets d'irrigation des taxes sur les importations? Une récolte de céréales irriguée doit-elle jouir d'un marché local protégé? Que se passe-t-il pour les importations privilégiées de produits alimentaires? L'agriculture pluviale donne-t-elle un rendement plus élevé ou plus stable avec de tels subsides? Quels autres moyens de financement de l'exploitation y a-t-il étant donné que l'irrigation, comme on la rencontre actuellement, tend à être très risquée.

2. Nouveaux projets ou remise en état?

Il est clair que dans des pays comme le Niger et la Tanzanie où la vitesse à laquelle les terres déjà irriguées sont devenues improductives, dépasse celle à laquelle se développe la nouvelle irrigation, une remise en état devrait avoir la priorité. C'est ce qu'ont fait la plupart des pays donateurs ces dernières années. Cependant, les tentatives de remise en état montrent
que la question n'est pas si simple:

- Des considérations techniques tendent à prendre le pas pendant la remise en état alors que des travaux de fonctionnement et d'entretien sont peut-être beaucoup plus nécessaires.
- La nécessité d'une remise en état est généralement liée à un manque d'entretien.moins que ces problèmes puissent être corrigés dans le périmètre local, la reconstruction n'appor-tera qu'une amélioration temporaire.
- Lorsqu'on a laissé le réseau principal se dégrader fortement, les coûts peuvent être aussi élevés que pour une nouvelle construction.
- L'accumulation de nouveaux prêts s'ajoutant à d'autres plus anciens, est financièrement trop lourde à supporter par beaucoup de projets.
- Si la cause fondamentale du manque d'entretien est due à une forte contrainte des coûts renouvelables influençant tout le système, cette situation doit être déterminée et corrigée, d'abord au niveau de la prise décisions.

Par conséquent, alors qu'en Afrique les efforts en Afrique devraient probablement être dirigés vers l'aménagement del'irrigation actuelle, cela ne signifie pas

nécessairement que la reconstruction financée par des prêts externes soit la solution qui s'impose. Avant d'entreprendre des mesures correctives efficaces, il est indispensable de procéder à une analyse minutieuse, cas par cas, des déficiences dans les travaux de fonctionnement et d'entretien qui rendent la remise en état nécessaire, dans le périmètre présent.

3. Drainage ou plus de travaux d'irrigation?

Ce rapport a montré que l'intensité des pluies est telle en Afrique tropicale que le drainage doit être fourni en même temps que n'importe quels aménagements d'apport d'eau, si ceux-ci sont assez substantiels. Le manque d'équipement des exploitants et leurs ressources limitées rendent improbable qu'ils puissent également entreprendre des travaux de drainage par eux-mêmes. Un problème technique particulier est celui d'obtenir un drainage adéquat dans les plaines alluviales très plates de certaines régions du Sahel, comme le long du Niger ou près du Lac Tchad. Dans la plupart des autres régions, les projets actuels peuvent utiliser la topographie pour le drainage (à condition que les plans initiaux aient été soigneusement conçus). On doit examiner également les risques pour la santé et le désherbage des canaux de drainage. Pour toutes ces raisons, le drainage et l'irrigation vont de pair; le drainage peut demander une planification minutieuse.

4. Projets d'irrigation, grands ou petits?

Si, en Afrique, les petits projets ne sont pas nécessairement moins coûteux à construire, il est cependant plus facile de s'en retirer; l'aide à la gestion par une ONG plutôt que par une agence gouvernementale est plus réalisable; les petits projets représentent un engagement financier moins élevé; la topographie des terres peut être mieux adaptée aux besoins de l'exploitant et il existe au moins une possibilité théorique que les agriculteurs soient plus concernés et donc plus engagés. C'est pourquoi nous recommandons d'orienter l'aide vers les petits projets et techniques, aussi bien traditionnels que modernes.

Cette recommandation est caractérisée par des réserves soulignées dans les chapitres précédents et mentionnée également par Carruthers (1983:70-71). Elle ignore le fait que les projets exigeant de vastes réservoirs ou canaux principaux

sont forcément grands. Cette idée entre en conflit avec l'opinion générale de l'AID de Washington, que les petits projets exigent autant de supervision et de gestion que les grands. Bien que ce soit peut-être exact, les consultants interrogés pour cette étude ont déclaré, presque unanimement, qu'en Afrique les projets plus petits et plus faciles à faire fonctionner donnent en moyenne de meilleurs résultats que les plus grands projets. Un point final: ces arguments n'excluent pas une expérience dans de plus grands périmètres pour décentraliser des fonctions du projet et augmenter la participation de l'agriculteur, comme les Hollandais ont essayé de le faire à l'Office du Niger.

5. Investissement direct ou soutien des prix?

Carruthers signale que, pour que l'irrigation réussisse, l'agriculture doit être rentable (1983:71): "Il ne sert à rien de créer des charges sur l'eau ou autre si les exploitants n'ont pas de revenus suffisants". Il souligne que peu à peu les gouvernements abandonnent la politique de maintien de prix peu élevés pour les denrées alimentaires en même temps que des taux de change surévalués et certains contrôles administratifs inefficaces sur la production agricole. Lorsque la production stagne, l'accessibilité à l'aide aux produits alimentaires subventionnés bon marché permet une hausse des prix à la production. Les dangers de cette situation sont à présent bien connus (Banque mondiale,1981; Bates, 1981), particulièrement à l'USAID. (Cependant, si on accepte cet argument au niveau de l'exploitation, on doit aussi reconnaître sa validité au niveau national, où les conditions contraires de l'échange vis-à-vis des pays industrialisés influencent beaucoup les difficultés actuelles rencontrées par les produits de base africains). Reste la question principale du point de vue économique, de savoir comment introduire les techniques de l'irrigation dans les périmètres irrigués où, à cause de la très petite taille des exploitations et de leur faible productivité, les exploitants ne peuvent pas, individuellement, se permettre des augmentations de capitaux. Ceci explique pourquoi de nombreux pays ont introduit des institutions intermédiaires dont les commissions, à leur tour, font baisser les prix agricoles. Alors que des prix plus avantageux pourraient légèrement hausser le plafond vers des investissements possibles, l'écart entre la technologie actuelle des petits exploitants et ce que les autres pourraient recommander, continue à être très grand.

6. Développement par le secteur public ou privé?

Carruthers a probablement raison d'insister sur le fait que l'exploitation de l'irrigation est un domaine de l'activité économique dans lequel l'initiative publique autant que privée est indispensable (1983:72-73). Ce message n'est satisfaisant pour personne dans l'éternel débat sur la "privatisation", les stimulants et la réforme administrative. La situation se complique davantage car, en Afrique, "privé" ne signifie pas un type unique d'exploitations groupées. Au contraire, on trouve en général dans le "secteur privé" des pays africains, deux types d'exploitations: les petites exploitations (et commerces) et les grandes "plantations" agricoles orientées vers l'exportation et qui sont possédées, la moitié du temps, par des étrangers. Les missionnaires et autres fonctionnaires non-gouvernementaux représentent le troisième groupe; ils sont orientés vers les petits exploitants plutôt que vers les plantations agricoles.

Alors que les grands exploitants coopèrent éventuellement avec les organismes publics en partageant leur expérience (ce que nous recommandons), la gestion de leurs vastes périmètres irrigués ne peut guère s'appliquer à celle des périmètres de petite taille. Comme on l'a déjà noté, cette différence explique pourquoi de nombreux gouvernements africains de toutes tendances idéologiques, ont été obligés de créer des organismes de service intermédiaires pour aider les petites exploitations agricoles irriguées. De plus, la plupart des activités nécessaires au développement de l'irrigation essais du matériel, création de nouveaux périmètres, aménagement des aquifères, planification intégrée de l'approvisionnement en eau souterraine de surface, contrôle de la salinité ne sont pas des activités que le secteur privé assurera (Carruthers, 1983:72). Les gouvernements africains, individuellement, ne sont pas non plus désireux de voir des compagnies étrangères jouer un plus grand rôle en leur facilitant l'accès au crédit ou l'aide préférentielle d'un donateur. Par conséquent, la politique de l'AID de Washington d'aider davantage le secteur privé, vient à l'encontre des réalités politiques locales dans beaucoup d'ex colonies africaines. Au point que "aider le secteur privé" signifie aider les non-nationaux (par exemple les Libanais en Afrique Occidentale ou les Asiatiques en Afrique Orientale) ou même l'élite des tribus, ce qui rarement peut devenir une politique officielle. Une solution possible serait d'encourager les activités qui renforcent les ressources institutionnelles

(formation, recherche et vulgarisation) pour les rendre accessibles à tout le secteur d'irrigation.

En ce qui concerne les petits utilisateurs, l'AID dispose d'une plus grande souplesse d'action pour fournir de l'aide, mais comparativement moins à offrir car de tels périmètres sont très différents des nôtres. Dans les cultures maraîchères irriguées pour lesquelles les quantités d'eau sont très limitées, il semble y avoir une véritable "écart technologique" quand il s'agit de la micro-irrigation. En tant que donateur, l'AID pourrait également accorder des crédits aux petits exploitants bien que ceci devrait être lié à un programme de formation à cause des risques importants et des échecs fréquents. L'AID pourrait accomplir davantage pour assurer le soutien technique de diverses ONG, d'organisations privées bénévoles et des projets du "Peace Corps", qui entreprennent la petite irrigation. Une évaluation des besoins de la "technologie de soutien" pour les petits projets non-gouvernementaux pourrait être un sujet approprié pour une réunion de travail consacrée à l'Afrique.[12]

7. Energie hydraulique contre irrigation?

La production d'énergie hydraulique et les besoins en irrigation peuvent se faire concurrence de plusieurs façons. Si l'irrigation est située en amont de la station de production d'énergie, la perte en eau peut demander une forte baisse de l'énergie hydraulique comme les projets d'irrigation en Tanzanie dans la région de Mbeya au-dessus des barrages de Mtera et de Kidatu sur le Ruaha. Lorsque la production d'énergie se trouve du côté de l'amont, la nécessité de maintenir le débit, même pendant la saison des pluies, réduira le stockage d'eau disponible pour l'irrigation pendant la saison sèche. Cependant, l'interaction la plus importante concerne l'arrêt de l'inondation annuelle par les cours d'eau où cela peut avoir été important pour les exploitants, par exemple le barrage d'Assouan sur le Nil (Waterbury, 1979). En Afrique Occidentale, sur le Sénégal et le Niger, les exploitants pratiquaient le système de décrue en plantant sur les terrasses du fleuve au moment où les eaux de crue se retiraient. Alors que ce n'est pas de l'"irrigation" au sens propre, cette méthode traditionnelle utilisait au maximum les

---

[12]La politique de l'AID en faveur ou contre l'aide au secteur public ou privé est longuement discutée dans le rapport Steinberg (1983:57-60).

quelques régions humides et les terres argileuses dans un environnement sinon stérile. Il est important que le nouveau barrage construit en amont sur le Bafing (une source importante d'eau au Sénegal) a été conçu pour fournir une "inondation" artificielle au moyen de déversements contrôlés d'eau. Pour des raisons similaires, on a proposé que le barrage situé dans les gorges de Steigler en Tanzanie (pas encore financé) permette également une inondation régularisée en aval dans le delta du Rufiji (Sandberg, 1974). Dans les deux cas, cette "inondation" artificielle sera dépourvue de sédiments qui sont surtout déposés dans la partie supérieure du réservoir.

On pourrait se demander: "Pourquoi passer tant de temps sur cette question?" alors que dans tout ce rapport on a minimisé le rôle des grands projets. Cependant, trois facteurs supplémentaires sont à noter. Tout d'abord les compromis entre l'énergie hydraulique, l'irrigation en saison sèche et l'agriculture de décrue (ou ce qui est équivalent, le pompage en aval), sont des questions essentielles dans trois des pays considérés par l'AID comme parmi les plus importants (Egypte, Soudan et Sénégal) et également dans les périmètres qui tirent leurs eaux de pays voisins, tels la Somalie et le Mozambique. Deuxièmement, l'Afrique jouit d'un potentiel d'énergie hydraulique extraordinaire bien que sous-développé. Il serait très utile d'examiner en détails les incidences réciproques entre la production d'énergie et l'agriculture, avant de se lancer dans d'autres grands projets. Troisièmement et sans doute le plus im portant, il est décourageant de voir des lignes électriques à haut voltage passer juste au-dessus de terrains irrigables dans des pays où le pompage de l'eau dépend encore de moteurs diesel. L'énergie hydraulique en Afrique a été utilisée en grande partie pour le développement industriel, pas pour l'irrigation. Comme le continent possède de grandes réserves de potentiel d'énergie hydraulique non-captée, les limites actuelles d'énergie devraient être considérées comme un héritage du passé et <u>non</u> comme un facteur limitatif dans le futur développement.

8. Matériel ou gestion?

Beaucoup pensent que c'est la question de l'irrigation en Afrique vers laquelle il faut se tourner. Il est difficile d'y répondre car les moyens habituels utilisés par les donateurs sont de financer davantage de matériel pour faire pression sur la gestion du projet. Sans construire de nouveaux projets, permettrait-on aux donateurs d'aider lorsqu'il s'agit de travaux de fonctionnement et d'entretien? En Afrique, la réponse pourrait bien être positive pour la simple raison que les ministères de l'Agriculture sont confrontés à la planification et à la supervision du développement de l'irrigation.

Dans la section sur la gestion de l'irrigation, sept types de "logiciels" ont été identifiés comme contribuant potentiellement à l'efficacité de l'irrigation en Afrique. Tous ne sont pas opérationnels actuellement ce qui explique en partie les lacunes flagrantes et les faiblesses de beaucoup de projets actuels. Récapitulons ces sept types de gestion:

1. Planification du secteur et supervision;
2. Construction;
3. Gestion du projet;
4. Gestion du réseau principal d'alimentation en eau;
5. Supervision et liaison entre les usagers de l'eau;
6. Gestion de l'eau sur l'exploitation;
7. Gestion de l'impact sur l'environnement.

Dans le cadre de ces sept niveaux, un certain type de "logiciel (c'est-à-dire un programme d'organisation) est absolument nécessaire à chaque niveau; cependant, peu de responsables de l'irrigation en reconnaissent plus de trois ou quatre. Etant donné les difficultés particulières rencontrées en Afrique, les conseillers en irrigation doivent les connaître tous les sept.

Un des principaux messages de ce rapport est que ces niveaux sont rarement examinés conjointement. Chaque unité de gestion se concentre sur sa propre phase dans le cycle du projet dans l'espoir que les cultures pousseront et que les agriculteurs en bénéficieront. En effet, on ne peut même pas distinguer en lisant la littérature sur la plupart des projets, quelles pratiques de gestions sont généralement utilisées. On soupçonne que, comme cela s'est fait souvent, la

"gestion" du projet se concentre sur la construction physique une tâche toujours particulièrement difficile en Afrique avec la gestion du "projet" débutant, une fois que le périmètre est "livré". On connaît assez les difficultés rencontrées sur le terrain pour suggérer qu'il y a une très faible marge d'erreur.

Dans le contexte africain, les opérations de terrain dans des conditions typiques, encouragent un mode de gestion opportuniste au jour le jour, qui est très différent des routines complexes de procédure souvent recommandées par les administrateurs. En notant les besoins de l'Afrique pour un meilleur "logiciel", nous ne voulons pas dire que les routines de "haute technologie" qui commencent à être à la mode auprès des ingénieurs en irrigation, représentent une bonne, ou même une solution praticable. Par contre, la question est que la gestion doit se trouver là où est concentré l'effort, pour essayer d'apprendre comment et pourquoi les systèmes actuels ne "marchent pas". C'est seulement alors qu'on peut choisir parmi les "logiciels" et concevoir d'autres formes plus efficaces de formation.

9. Exploitation conjointe des nappes?

Lorsque l'alimentation venant d'un cours d'eau est trop difficile, il s'agit de savoir si, à la place, l'irrigation ne devrait pas être extraite de "puits tubés" (ou forages", comme on les appelle en Afrique). Au niveau de la prise de décisions, la réponse doit être clairement affirmative, tout en reconnaissant fortement que le pompage souffre d'une mauvaise réputation en Afrique et qu'il existe peut-être des zones étendues où le faible écoulement des puits ne peut irriguer qu'une très petite parcelle. Cependant, les donateurs pourraient encourager une mise en commun de données d'expérience, d'une part entre ceux qui s'occupent du matériel pour les ménages et les communautés, souvent basé sur le pompage, et d'autre part le secteur d'irrigation dans le même pays. Les donateurs européens, (SIDA) et les Hollandais, ont largement investi dans le développement du matériel des communautés africaines et ont acquis une expérience précieuse.

10. Agences de bassin contre projets individuels?

Nous avons remarqué que beaucoup de pays africains ont créé des agences de bassin chargées de planifier le développement des ressources en eau. La partici-

pation à la direction varie, allant de ceux qui, comme la SAED du Sénégal, assument l'exécution directe des petits projets, à ceux qui se bornent à planifier les fonctions, comme à Rubada en Tanzanie (pour le bassin du Rifiji) ou à Tarda au Kenya (pour les bassins de la Tana et de l'Athi). Ces organismes fonctionnant déjà, offrent un choix supplémentaire aux donateurs intéressés à aider l'irrigation africaine. Dans beaucoup de pays, les donateurs ont trois options principales: (a) aide aux projets individuels sur le terrain; (b) aide à l'organe d'irrigation du ministère de l'Agriculture; ou (c) aide à une ou plusieurs agences de bassin (RBA). La politique est alors de déterminer le type d'aide que les organismes d'irrigation, organes du ministère, agences de bassin ou projets individuels méritent. Aucune réponse générale ne peut être applicable à toute l'Afrique. La priorité donnée à l'irrigation diffère d'un pays à l'autre, de même que les performances d'organisations similaires, vues de l'extérieur. On peut cependant identifier les avantages et les inconvénients de l'aide aux organismes du type Agences de bassin.

L'avantage principal, déjà mentionné, est que les RBA sont souvent les seuls organismes administratifs qui possèdent un potentiel rudimentaire pour la planification de l'irrigation. Si le but de l'aide est de renforcer les capacités techniques dans le pays, dans ce cas les TBA constituent un point de départ possible. La plupart sont para-étatiques et, comme tels, ont de meilleures possibilités d'attirer et de retenir un personnel spécialisé. Comme généralement la planification de l'irrigation fait déjà partie de leur champ d'action, des négociations compliquées et une nouvelle législation ne sont pas nécessaires.

L'orientation de l'Agence de bassin vers la planification peut également devenir un obstacle s'il est une fin en soi ou si des méthodes inappropriées sont adoptées. Vincent (1984:28) signale que les concepts américains de planification d'un bassin peuvent être tout à fait préjudiciables dans le contexte africain. Et, on pourrait ajouter, très onéreux: les organismes de développement peuvent montrer un gigantesque appétit pour d'interminables "enquêtes préliminaires".

Etant donner ce dernier risque qui est tout à fait réel comme l'indique l'expérience africaine nous suggérons que l'AID se concentre sur l'élaboration de méthodes de formation et de recherches plus appropriées et économiques pour les Agences de bassin. Ces méthodes pourraient être notamment:

- Une formation au niveau de la maîtrise ("Master") dans des sujets relatifs à l'irrigation;
- Des séminaires régionaux à travers l'Afrique, pour attirer l'attention sur les nouveaux concepts, méthodes de travail et ressources (par exemple la participation de l'agriculteur, utilisations de la télédétection);
- Des méthodes de planification et de contrôle beaucoup plus rentables dans le contexte africain.

11. Possibilités d'autres sources d'énergie?

Si les agriculteurs africains dépendent principalement de l'énergie humaine ou animale et si les organismes d'irrigation ont tellement de difficultés à obtenir du carburant, pourquoi ne pourrait-on pas utiliser d'autres types d'énergie renouvelable? Chacune de ces autres sources le méthane, l'énergie éolienne, l'énergie solaire, les piles photovoltaïques ou même des animaux maintenant domestiqués, comme les buffles a ses adeptes. De nouveau, l'expérience a montré jusqu'à présent qu'il faut malgré tout être prudent. Toute source d'énergie qui demande par elle même une technologie complexe risque de ne pas bien fonctionner dans l'aride contexte africain. De même, toute technologie "appropriée", vulnérable à la négligence ou au mauvais emploi, ne fonctionnera sans doute pas.

A plus long terme, il pourrait être possible pour de petits travaux, de mécaniser l'équipement à partir de piles photovoltaïques (en assumant que le problème du vandalisme peut être surmonté), comme des colonies de lucinae dans une irrigation de surface pourraient fournir les matières premières pour la production de biogaz. Une option plus risquée et à plus long terme serait de copier le Brésil en utilisant des sous-produits du sucre (éthane ou alcool) dérivés de la production irriguée, pour mécaniser l'équipement du projet. Chacune de ces trois solutions est techniquement praticable aujourd'hui, mais présente de hauts risques dans les régions africaines les plus éloignées (principalement pour des raisons de gestion et d'environnement). Il est clair que le coût de l'énergie est problématique et que le fonctionnement des exploitations a surtout besoin intense d'énergie bon marché et facilement accessible. Par conséquent, une expérimentation approfondie est justifiée; en même temps, le calcul budgétaire de

l'énergie (aussi bien au sens écologique que financier) devrait accompagner toute analyse en profondeur des travaux d'irrigation proposés.

12. Riz de marécages contre riz pluvial?

L'Afrique possède ses propres variétés traditionnelles de riz "de hautes terres", qui semblent avoir été développées à l'intérieur de l'Afrique Occidentale (Harlan, 1985). Ces dix dernières années, des variétés poussant dans les bassins d'inondation comme en Asie, l'ont remplacé dans les pays côtiers de l'Afrique Occidentale, bien que la proportion des récoltes de riz pluvial soit encore bien plus élevée. Néanmoins, en drainant les terres des fonds de vallées ("marécages") et en changeant à des variétés de paddy, on peut augmenter énormément le rendement par hectare. La plupart des projets que l'état a organisés ont utilisé le "riz de marécages" ou une variété améliorée de riz cultivé dans les vallées. Etant donné, comme nous l'avons vu, que les terres périodiquement détrempées se trouvent couramment dans toute l'Afrique tropicale, la question se pose de savoir si les projets d'aménagement de la vallée sont aussi rentables qu'un investissement équivalent dans la production pluviale des hautes terres. Au niveau national, plusieurs analyses de l'USAID ont posé cette question -- généralement sous forme de contraste réaliste entre le développement "irrigué" par opposition au développement "pluvial" en recommandant finalement, la plupart du temps, de se concentrer sur les cultures pluviales.

En réalité ce n'est pas du tout aussi simple. Les "vertisols" des fonds de vallées représentent les meilleures terres agricoles disponibles, s'ils sont utilisés judicieusement, en utilisant des techniques appropriées. La division entre la culture "irriguée" et "pluviale" est ici également arbitraire; en effet, il ne s'agit pas d'irrigation totale, mais plutôt d'un ensemble de drainage, captage des eaux (pour le paddy) et d'apport d'eau complémentaire pour augmenter l'humidité du sol. Dans différents pays d'Afrique Occidentale on trouve diverses méthodes pour cultiver le riz, comptant toutes, à différents degrés, sur des investissements croissants. Alors que quelques projets sur des marécages du type "polder" peuvent être très coûteux, d'autres, basés sur une légère modification de la technologie déjà utilisée par les exploitants, ne le sont pas. La comparaison de Stanford sur la production de riz dans cinq pays de l'Afrique Occidentale, a donné des résultats différents pour chaque pays et selon les périmètres individuels (Pearson et al.,

1981). C'est la raison pour laquelle nous recommandons une mise à jour de l'analyse de Stanford, utilisant les prix actuels et incorporant d'autres cultures (blé, sorgho et coton), et mettant davantage en valeur le génie agricole dans les questions techniques relatives à l'assainissement du fond de la vallée.

13. Détenteurs de droits contre agriculteurs?

Des problèmes d'occupation des sols s'élèvent en tant que question, car en Afrique ceux qui contrôlent les droits de parcelle qu'ils soient administrativement désignés comme directeurs ou membres masculins d'une famille en charge d'un "carré" sont très souvent incapables de fournir la main d'oeuvre qu'exigent les cultures irriguées. Comme cela est également vrai pour une grande partie de l'irrigation en Asie, on a mis du temps à reconnaître ses ramifications dans le contexte africain. Le "problème" existe car, dans les deux contextes, projet ou carré-ceux qui sont reconnus administrativement et socialement comme les détenteurs de droits, sont très peu poussés à reconnaître les droits de l'agriculteur sur le terrain irrigué et sur les récoltes. Quand les projets d'irrigation insistent par exemple pour conserver des droits d'éviction sur les locataires, ils créent un climat psychologique qui ne poussera pas certains agriculteurs à investir dans des travaux d'aménagement à long terme ou dans l'entretien du canal. De la même façon, si les liens familiaux sont faibles et qu'une femme prévoit qu'elle va être dépossédée (soit de sa maison, soit de sa part des récoltes), il est peu probable qu'elle fournisse l'effort substantiel de main-d'oeuvre nécessaire aux cultures de riz et de coton. Beaucoup d'exemples indiquent que ceux qui travaillent sur le terrain n'utilisent pas l'irrigation au maximum de ce qui est techniquement possible. Alors qu'on peut deviner leurs raisons, ces suppositions constituent une base insuffisante pour formuler une politique.

C'est pourquoi nous recommandons que les recherches orientées vers ces sujets soient entreprises sous différents régimes sociaux et techniques. De plus, les donateurs qui financent les projets d'irrigation ont la possibilité d'insister pour que des changements de méthodes soient apportés pour garantir plus de sécurité aux cultivateurs. Il est vraiment étrange que les femmes qui jouissaient de droits importants sur les cultures vivrières irriguées dans les systèmes ruraux traditionnels, les perdent avec les régimes administratifs "modernes". Quelques

améliorations assez simples de procédure sont généralement possibles. On pourrait insister, par exemple, sur le fait que les filles aussi bien que les fils pourraient hériter des droits sur les parcelles; que la personne qui est responsable de la culture au jour le jour puisse obtenir du crédit; que les parcelles construites soient la propriété totale des familles (garantissant ainsi la valeur des aménagements apportés à la maison). Certains pays ont déjà appliqué de tels changements; des échanges d'expériences opérationelles pourraient faciliter la diffusion de meilleures méthodes visant à augmenter la sécurité dans le ménage et l'égalité au sein de la famille.

14. Irrigation totale ou complémentaire?

On notera que la question de savoir s'il faut ou non pousser le développement de l'agriculture irriguée ou pluviale, n'a pas beaucoup été discutée dans ce rapport. Ici nous pensons qu'une position intermédiaire est la plus adaptée. Nous remarquons que les propriétaires d'exploitations à vocation commerciale de l'Afrique de l'Est et du Sud, ont généralement jugé nécessaire de développer l'irrigation complémentaire dans le but d'obtenir un rendement stable. Si tel est le cas, le même besoin existe probablement pour les petites exploitations. La régularisation du rendement des cultures pluviales en équilibrant le calendrier des plantations et en éliminant les périodes de sécheresse en cours de saison, pourrait représenter un objectif plus souhaitable (tout en conservant l'eau) que l'irrigation totale qui exige beaucoup d'eau. Le problème principal est bien sûr le coût élevé des techniques actuelles pour atteindre ce but. Les grandes exploitations africaines utilisent généralement des canalisations portatives et des asperseurs qui exigent un important investissement initial. Certains suggèrent que l'irrigation goutte-à-goutte représente le compromis idéal quand l'eau est rare, mais ici également on rencontre des difficultés pratiques: termites et pollution de l'eau. La solution est peut-être d'incorporer un captage d'eau pendant la saison des pluies ou bien d'ajouter une culture pluviale complémentaire, poussant le long de la zone utilisée pour l'irrigation de la "complète" saison sèche. Nous n'avons pas encore les réponses, mais il semble évident qu'il faut attacher davantage d'importance à l'irrigation partielle (comme nous l'avons souligné au sujet des périmètres "marécageux").

15. Transfert ou création de nouvelles techniques?

La question finale est celle qui est à la base de plusieurs aspects de cette étude: la sélection, l'adaptation et le soutien des techniques d'irrigation. Les questions soulevées dans cette rubrique n'ont cessé d'apparaître dans cette étude. Il est évident, par exemple, que quelques types d'irrigation doivent être accompagnés de certaines possibilités technologiques (liberté d'importer des pièces de rechange ou accès aux données relatives au débit), avant de pouvoir être utilisées efficacement. Mais, quelles possibilités technologiques dépendent de celles qui se trouvent en amont? De nouveau, quand les gouvernements africains devraient-ils accepter du matériel "orphelin" importé à la demande du donateur? (Cette question s'est posée fréquemment en irrigation car des réparations rapides sont généralement indispensables). Quels aspects de l'expérience en irrigation aux Etats-Unis, en Egypte ou en Asie peuvent-ils être transposés directement dans la pratique en Afrique? Existe-t-il des techniques "miracle" (comme l'irrigation goutte-à-goutte) qui pourraient améliorer substantiellement les résultats de l'irrigation en Afrique? Des faiblesses systématiques au niveau local peuvent-elles être compensées techniquement grâce à une augmentation des investissements? Pourquoi, même de simples opérations techniques comme l'installation d'une pompe, sont-elles si problématiques dans les zones rurales de l'Afrique? Des ensembles de techniques spécifiques tels ceux des polders hollandais, peuvent-ils être utilisés de manière sélective? Où et quand les donateurs devraient-ils sponsoriser des techniques qui sont nouvelles en Afrique, comme l'irrigation par asperseurs ou des systèmes de détection précoce par satellite?

Quelle que soit la conclusion théorique, on répond à ces questions en grande partie par défaut. Certains donateurs proposent presque invariablement les types de technologie déjà utilisés dans leur pays ou dans leurs anciennes colonies (comme par exemple à Gezireh). Il est évident que pour les grands producteurs à vocation commerciale, qui bénéficient d'une exemption des restrictions de change, les solutions standard, toutes faites, des pays favorisés, peuvent généralement être appliquées dans des conditions où les plantations sont hautement standardisées. Cependant, aussitôt qu'on se trouve en présence de petites exploitations typiques, dans les communautés les plus éloignées, les techniques tendent à présenter des difficultés, à moins qu'elles ne soient adaptée soigneusement aux besoins locaux. Les éléments d'adaptation et de soutien sont souvent négligés dans les programmes

qui ont pour but le transfert direct de la technologie. Comme l'irrigation est une opération essentiellement répétitive et qui comprend un réseau d'institutions de support, nous recommandons que aux donateurs de faire davantage pression sur le renforcement des possibilités techniques locales.

Lacunes

Il a été spécifié que dans ce panorama l'étendue du travail identifierait les questions prioritaires qui doivent être examinées en détail les "lacunes" de la recherche actuelle ou de la répartition de l'aide. Quels sont alors les éléments les plus importants dont l'absence contribue actuellement à affaiblir l'efficacité de l'irrigation en Afrique?

1. Génie d'irrigation

A plusieurs reprises dans ce rapport on a remarqué que le génie d'irrigation, au sens américain du terme, est absent de l'Afrique noire, sauf peut-être au Soudan et dans le Sahel. Lorsque des travaux demandant une certaine compétence en irrigation, doivent être exécutés, les décisions tendent à être prises soit par des ingénieurs civils (aux niveaux de la conception et de la construction), soit par des agronomes (pour le fonctionnement du projet et la gestion de l'eau). Peu de fonctionnaires qui font partie du personnel des agences de bassin en Afrique et des organes d'irrigation liés au ministère sont en réalité des ingénieurs spécialisés en irrigation. La plupart d'entre eux arrivent à leur poste d'affectation, venant d'autres professions et se considèrent davantage comme employés d'une institution plutôt que comme directeurs de l'irrigation. Par conséquent, les quelques ingénieurs spécialisés de chaque pays devront traiter avec les donateurs et revoir les nouveaux projets. Alors que le manque de main-d'oeuvre est en train d'être comblé graduellement par le recrutement de spécialistes récemment formés, le "génie agricole" n'existe pas encore en tant que science intégrée, comprenant conception, construction, gestion de l'eau et agronomie, au sein d'une discipline unique.

D'une part cette situation laisse la possibilité de structurer cette discipline naissante de façon plus appropriée aux besoins de l'Afrique.[13] D'autre part, cela explique également le vide technique dans la gestion de l'eau, que l'on rencontre dans la plupart des pays. Faute de personnel qualifié, les organismes d'irrigation africains comptent beaucoup sur des consultants de l'extérieur et sur des accidents de précédence administrative, pour déterminer leurs systèmes de gestion.

2. Planification de la main-d'oeuvre et des secteurs concernés

Peu de pays africains possèdent des méthodes systématiques pour le renforcement du soutien de la main-d'oeuvre dans le développement de l'irrigation. La plupart n'ont jamais analysé les besoins de personnel dans le sous-secteur de l'irrigation, ni possèdent même de statistiques à jour décrivant le secteur. Quelquefois, comme au Kenya, des groupes individuels ont une bonne documentation, mais l'effort global est terriblement fragmenté. Plus typiquement, comme en Somalie, la documentation nécessaire à la planification de l'irrigation n'est pas disponible et il n'existe aucun programme réaliste pour préparer le personnel. Il est évident que cette faiblesse concernant le personnel va de pair avec un manque de planification du secteur. Par conséquent, dans la plupart des pays la conception technique et même la supervision sur le terrain dépendent d'un personnel payé par le donateur, vivant hors de son pays et qui repart à la fin de son contrat. Nous avons signalé que cette situation réduit énormément la possibilité pour l'équipe d'acquérir une compétence organisationnelle dans les agences locales officiellement responsables de l'irrigation. Même après vingt années d'aide extérieure, il est surprenant que beaucoup de pays africains aient si peu de compétences administratives pour planifier et gérer leurs sous-secteurs de l'irrigation.

[13]Les programmes de formation "sur le tas", pour des ingénieurs en irrigation, sont d'une nécessité indiscutable et représentent un engagement assez modeste du donateur qui pourrait avoir des implications à long terme. Si nous considérons le nombre de personnes formées, l'Egypte est actuellement, de loin, la plus grande source de main-d'oeuvre professionnelle africaine en génie d'irrigation (FAO, 1984).

3. Documentation relative au projet

Pour l'irrigation en Afrique, la "littérature", comme telle, consiste surtout dans la documentation du projet:[14] des études préliminaires, rapports évaluatifs, élaboration de documents techniques, contrôle des comptes par le donateur, quelques rapports de voyage, rapports définitifs et évaluations de projet. Pour des projets de plus grande envergure, plusieurs bureaux de consultants auront participé à la plupart des grands projets. Leurs rapports sont faits à la demande des utilisateurs. Quelquefois, certains auteurs revoient leurs données pour la publication scientifique du rapport, mais le plus souvent ces rapports se trouvent seulement au siège de l'organisme ou empilés contre un mur dans le fond du bureau d'un fonctionnaire subalterne de l'agence bénéficiaire. Les fonctionnaires qui reçoivent cette documentation n'ont aucune motivation pour intégrer cette information dans un cadre plus large et en effet, le site et la structure spécifique du projet en rendent la synthèse difficile. Dans beaucoup de pays africains, l'unique ensemble général de tels matériaux techniques se trouve dans les bureaux de l'organisme donateur, en particulier à l'USAID et à la Banque Mondiale.

Ces renseignements généraux sont responsables du peu de documentation américaine sur l'irrigation africaine. Les deux exceptions principales sont des thèses américaines basées sur la recherche en Afrique sur le terrain et la documentation du siège de la Banque mondiale (dont l'accès est généralement limité). Pour l'essentiel des matériaux sur l'irrigation africaine, on doit se rendre au siège de société anglaises et sur le continent ou bien consulter des dossiers en Allemagne, en Hollande, à Londres, Paris et Rome, origines de la plupart des activités financées par les organismes donateurs. Nous suggérons, en particulier, la nécessité d'une étude interne de la documentation qui se trouve en Angleterre, étant donné que les bureaux de consultants britanniques ont été spécialement actifs en Afrique.

---

[14]Pour une bibliographie commentée sur des sources récentes, cf. annexe B de ce rapport.

4. Aménagement des vertisols

Le vertisol ce qu'un profane appelle "sol argileux de coton noir" se trouve dans toutes les régions tropicales, partout où la formation du sol empêche le drainage. Ces sols représentent une ressource importante à cause de leur capacité de rétention de l'humidité et de leur fertilité différentielle, non seulement en Afrique mais aussi en Inde et au Brésil (où ils sont également importants). Dans l'étude des aspects techniques, il a été remarqué qu'alors que ces sols sont difficiles à travailler avec un équipement léger, c'est cependant en Afrique que l'on trouve le plus de plaines alluviales pour l'irrigation du riz. Suivant la situation, elles peuvent être, soit acides (marécages de terres hautes et mangroves côtières) ou alcalines (bassins de sédimentation salins dans des régions de drainage fermées). La caractéristique principale est qu'elles réagissent à l'humidité de façon très différente des limons sableux, très appréciés des agriculteurs lors des labours. Avec les vertisols, le coffrage d'un canal n'est pas nécessaire un avantage significatif en Afrique par contre, les structures de contrôle de l'eau doivent être construites spécialement. Une haute rétention de l'humidité peut également permettre la pré-irrigation et une récolte supplémentaire de repousses. Pour toutes ces raisons, alors que les vertisols constituent une ressource-clé, ils exigent une gestion distincte de l'ingénierie et de l'agronomie. Chaque pays africain, pris individuellement, est rarement dans une situation de pouvoir utiliser l'expérience de tout le continent avec de tels sols. L'AID devrait examiner l'aide du donateur en ce qui concerne les échanges d'expérience de gestion, parallèlement à des recherches poussées pour déterminer la culture la plus rentable et des combinaisons d'équipement. De tels échanges d'expérience devraient également attirer des ingénieurs de l'irrigation en Egypte, de l'Inde et du Brésil.

5. Désherbage

Une constatation inattendue: le désherbage des terres aussi bien que des surfaces aquatiques est une des principales difficultés de l'irrigation en Afrique. Les mauvaises herbes sur la terre sont évidemment traitées en général comme un problème de l'exploitation, tandis que les mauvaises herbes des surfaces aquatiques sont considérées comme une menace pour la gestion de l'eau dans son ensemble.

Pourtant, les deux menacent considérablement la culture irriguée. Sans répéter les arguments techniques sur le "riz rouge" et autres mauvaises herbes communes, nous remarquons simplement que l'achèvement partiel des travaux fournit souvent un champ idéal pour la croissance rapide des mauvaises herbes, tout comme les périmètres des canaux tropicaux Il est indispensale d'attacher plus d'importance à cette question, car nous avons de bonnes raisons de croire que dans les conditions typiques des petites exploitations ce problème des mauvaises herbes est encore bien plus aigu qu'on ne le reconnaît généralement.

6. Entretien

Si, comme le suggèrent les précédentes études de WMS II, la remise en état physique est en fait le prétexte pour "remettre l'entretien à plus tard", il est évident que l'entretien a été le point faible de beaucoup de projets d'irrigation. La détérioration qui en résulte se manifeste par un équipement inutilisable, des canaux bloqués par les mauvaises herbes et par l'érosion et la destruction des ouvrages de construction. Pour le profane, il est navrant de voir, dans des pays si défavorisés, que des travaux d'irrigation coûteux soient laissés à l'abandon et se détériorent rapidement. Les tracteurs et les pompes qui auraient pu servir pendant dix ans, n'ont qu'une utilisation moyenne de deux à trois ans. Certains projets nécessitent à présent une remise en état, avant même que leur prêt financier initial ait été à moitié remboursé. Des observations de ce genre expliquent pourquoi l'on pense généralement que le problème le plus important encore à résoudre est celui du manque d'entretien. Il est évident que ce problème est lié à beaucoup d'autres: contrainte des coûts renouvelables, incidence du change et des restrictions aux importations, manque d'intérêt ou insécurité de l'exploitant, conception incorrecte, encombrements saisonniers dans l'offre de main d'oeuvre, etc. C'est pourquoi nous réitérons la demande que nous avons faite dans l'étude de l'année dernière sur l'irrigation au Sahel: que les organismes donateurs accordent la priorité des priorités à cette question (Moris, Thom et Norman, 1984).

7. Vulgarisation de l'irrigation

Ou bien la "vulgarisation" de l'irrigation fait partie intégrante des exigences du projet projet (comme pour les projets de Gezireh, de l'Office du Niger ou du Conseil National de l'Irrigation au Kenya), ou bien elle en est totalement absente; dans ce cas, elle laisse un vide entre l'alimentation en eau et l'orientation habituelle vers la culture pluviale du service général de vulgarisation (comme en Somalie). En Afrique, pour irriguer avec succès, les agriculteurs ont besoin d'un certain nombre de connaissances précises: nivellement de leurs champs; reconnaissance du manque d'humidité dans les plantes; arrêt de l'arrosage; contrôle de la salinité; interactions entre arrosage et utilisation de l'engrais; comment éviter la rétention d'eau et l'érosion inutile; synchronisation des activités d'irrigation et de cultures pluviales; quand et comment procéder à l'entretien; système de rotation (si pratiqué); signes d'accumulation de nématodes; et comment reconnaître et lutter contre les mauvaises herbes. Cette liste incomplète suffit pour montrer qu'un grand nombre de connaissances et une expérience locale sont nécessaires.

Les agriculteurs qui ont toujours vécu sur une exploitation irriguée (comme à Gezireh ou à Madagascar) y acquièrent probablement la plupart des connaissances nécessaires dans la pratique. Par contre, les autres peuvent en être dépourvus. Lorsque la vulgarisation et la formation initiales ont été déficientes, les agriculteurs deviennent entièrement dépendants de l'équipe de la gestion pour les conseiller et ils exécuteront sans doute certains travaux d'une manière si inadéquate que les récoltes en seront très diminuées. A son tour, cette situation renforce les idées préconçues des directeurs du projet et du personnel, sur le peu d'intérêt et de motivation des agriculteurs, d'où les envois de directives sans explications qui ne font que diminuer davantage la prestation des agriculteurs. La nécessité d'instructions préalables est d'autant plus indispensable lorsque les agriculteurs qui utilisent l'irrigation étaient auparavant des pasteurs: leur mode de vie traditionnel diffère presque totalement de celui qui s'occupe d'irrigation agricole.

On ne connaît presque rien de la "vulgarisation de l'irrigation telle qu'elle est pratiquée en Afrique. Des données comparatives à ce sujet sont indispensables rapidement, étant donné que la Banque mondiale impose, qu'on le veuille ou non,

son système de "formation et de visite" dérivé de celui de l'Inde, à la plupart des pays africains qui acceptent son aide financière dans le secteur de l'irrigation.

8. Economie domestique

L'identification de l'économie domestique en tant que "lacune" peut frapper les spécialistes de l'Afrique comme étant curieuse, étant donné qu'il existe beaucoup de littérature sur les systèmes de production et d'échange. Il existe même un nombre de sources détaillées sur le rôle des femmes dans les exploitations agricoles africaines. C'est pourquoi cette "lacune" n'est pas un manque de sources fondamentales, mais se réfère plutôt au manque d'intégration et d'application de ces connaissances dans les analyses de la culture irriguée. Il existe bien une lacune, si nous nous intéressons à une analyse économique détaillée des sous-éléments irrigués à l'intérieur de périmètres d'exploitations agricoles cultivables. Cependant, on a probablement montré un aveuglement délibéré en ce qui concerne les coûts probables à la production, car accepter les évaluations réalistes aurait éliminé les bénéfices apparents qu'on demandait des projets d'irrigation. L'incorporation de chiffres plus réalistes sur les récoltes possibles, le coût de la main d'oeuvre, le calendrier des travaux, etc. auraient montré claire-ment que la plupart des projets d'irrigation en Afrique étaient, dès le début, problématiques.

Pour comprendre l'efficacité de la future irrigation, les donateurs doivent être disposés à incorporer, dans les évaluations du projet, les données réelles recueillies sur le terrain, dans des conditions typiques. Dans les systèmes où l'économie familiale est seulement vaguement intégrée, on doit envisager la possibilité que les bénéfices y soient insuffisants pour garantir la participation nécessaire des femmes et des autres ouvriers agricoles. Les analyses doivent aussi prendre en considération le coût d'opportunité de la main-d'oeuvre sur l'exploitation lors des goulots d'étranglement si caractéristiques de la culture traditionnelle en Afrique. Les planificateurs doivent reconnaître le fort engagement des femmes pour assurer la sécurité alimentaire et leur accès limité au crédit qui les oblige à donner la priorité à de faibles apports, à la culture pluviale, même dans des conditions très risquées. Bref, toutes sortes de questions agricoles et économiques exigent des connaissances des modes d'organisation des ménages dans les systèmes d'exploitations agricoles africains. Alors que beaucoup

de ces questions concernent le rôle de la femme, d'autres aspects plus généraux demandent des renseignements similaires. L'évaluation du potentiel de l'investissement dans l'exploitation agricole, le coût de la main-d'oeuvre, les facteurs économiques relatifs au bétail et à la location et la distribution dans le ménage, demandent des connaissance d'économie domestique appliquée qui ne sont pas encore disponibles pour la plupart des endroits où l'irrigation pourrait être considérée.

9. Compétence américaine en irrigation

Il existe aussi peu de documentation américaine sur l'irrigation en Afrique qu'en ce qui concerne les connaissances techniques sur l'irrigation. Aux Etats-Unis, peu sont ceux dans la profession à manifester un intérêt les différents aspects de l'irrigation africaine. On prévoyait qu'il y aurait quelques ingénieurs en irrigation intéressés à l'Afrique, mais les économistes spécialisés sur ce sujet, sont tout aussi rares. Pourtant on trouve paradoxalement beaucoup de jeunes universitaires désireux de travailler à l'application du développement de l'irrigation ils possèdent la connaissance du terrain et des langues, mais il leur manque généralement une formation technique en irrigation ou le soutien suffisant pour maintenir une participation active.

Etant donné le manque de spécialistes de haute volée, il est évident que les futurs programmes de l'AID dépendront de l'augmentation du nombre de jeunes professionnels dans des domaines relatifs à l'irrigation. Nous ne saurons trop recommander d'envoyer et de payer de jeunes travailleurs pour accompagner des experts chevronnés dans des missions techniques en Afrique. Une autre possibilité serait un programme d'échange, dans lequel des étudiants américains diplômés mais manquant d'expérience pratique, remplaceraient ceux du pays d'accueil qui viennent aux USA pour suivre une formation à long terme. Il est également nécessaire de créer deux ou trois centres aux Etats-Unis, équipés d'une documentation et d'un personnel adéquats, offrant une formation solide à court et à long terme, orientée vers la gestion de l'eau en Afrique.

Les difficultés que nous avons rencontrées en préparant ce rapport, de sources américaines (pour la plupart), s'appliqueront également lorsque des efforts seront faits pour former des citoyens africains aux USA. Il est évident que les institutions américaines n'ont guère attaché d'importance à l'irrigation en Afrique

et ont relativement peu à offrir en matière de perspective intégrée et pertinente. Pour donner une formation de gestion adéquate, il est toujours nécessaire d'avoir accès à une grande richesse de documentation relative à la question: études de cas, exercices, description des contraintes du terrain, etc. Actuellement, ces renseignements sur le contexte africain manquent dans la formation technique aux Etats-Unis, qui, au contraire, perpétue une tendance à des solutions de spécialisation poussée et de "haute technologie".

Stratégies de l'AID

Le message que notre étude adresse à l'AID de Washington peut paraître contradictoire à première vue. Les pays africains vont dépendre de plus en plus de l'irrigation dans le futur et étant donné la médiocre performance actuelle ils ont un besoin urgent d'apprendre à utiliser la technologie d'une manière plus rentable. Cependant, comme dans la plupart des pays africains l'USAID est devenue un donateur secondaire, nous ne pouvons recommander aucune augmentation spectaculaire du soutien financier de l'AID pour de nouveaux projets d'irrigation. Les projets d'irrigation actuels en Afrique sont vraiment trop coûteux pour garantir des investissements insuffisants d'un modeste donateur. Cette conclusion est fortement basée sur la documentation préparée par Vincent, Humpal et Sparling. Elle fait écho au rapport de Berg (1981:78) de la Banque mondiale et à l'étude de Carruthers de l'OCDE (1983:15),elles recommandent toutes les deux de se concentrer d'abord sur l'amélioration des résultats des projets actuels plutôt que sur le lancement de nouveaux projets.

Par contre, l'opinion générale de presque tous les experts qui ont observé la situation, est que la priorité du sous-secteur de l'irrigation devrait être de renforcer ses capacités institutionnelles. En tant que stratégie générale, ceci a l'avantage de fournir une base au financement d'un futur projet, tout en aidant également les pays à obtenir de meilleurs résultats pour des projets déjà approuvés. Dans certains cas, lorsqu'un pays dépend fortement du secteur de l'irrigation (comme le Soudan et la Somalie), le gouvernement des Etats-Unis pourrait juger politiquement favorable d'intervenir au niveau de la production, mais même dans ces cas nous recommandons que l'AID agisse avec prudence. Actuellement, le système de l'USAID en Afrique n'a pas assez d'ingénieurs spécialisés en irrigation pour planifier et surveiller un grand nombre de projets,

tant aux niveaux régionaux qu'au sein des missions. On devrait se concentrer sur l'augmentation des capacités techniques américaines pour traiter les questions d'irrigation et de gestion de l'eau dans des contextes africains. Par conséquent, des améliorations de "l'institutionalisation" sont indispensables même aux Etats-Unis, ainsi que dans les pays bénéficiaires.

Que signifie "institutionnalisation"? Des mesures "institutionnelles" sont celles qui augmentent le potentiel des systèmes régionaux et locaux pour utiliser l'irrigation plus intelligemment. Une planification de l'irrigation plus efficace, basée sur des informations réalistes du terrain et des lieux, est une condition indispensable. On doit trouver les moyens d'encourager l'information en retour aux niveaux de l'exploitation et des projets. Les méthodes de prise de décisions elles-mêmes doivent être revues afin qu'une fois les problèmes identifiés on y rémédie rapidement et efficacement. On doit créer un organe pour aider techniquement les projets individuels qui en ont besoin. Il est clair également que les projets doivent être institutionnalisés au niveau local pour que les utilisateurs les agriculteurs eux-mêmes-comprennent ce qui est nécessaire et participent pour assurer le succès de leur propre irrigation.

En étudiant comment l'AID pourrait apporter une telle aide, nous nous sommes limités à deux points. Tout d'abord, l'USAID en Afrique s'est peu préoccupée de l'aide systématique à apporter à l'irrigation ces vingt dernières années. On trouve très peu de documentation utile au service de l'irrigation de l'AID de Washington. Lorsque les compagnies américaines ont activement exécuté des travaux d'irrigation (principalement dans le Sahel), elles ont probablement engagé des Canadiens français ou des ingénieurs européens pour les questions qui demandaient une expérience approfondie de l'Afrique. Quant à l'Afrique du Sud et de l'Est, l'USAID ne possède ni les ingénieurs, ni la documentation nécessaires à un programme plus spécialisé d'aide institutionnelle. C'est pourquoi nous devons nous montrer réalistes en évaluant quels sont les domaines dans lesquels les Américains ont un avantage, tout en reconnaissant que sur certains sujets utiles, les Etats-Unis ont peu à offrir. Deuxièmement, à l'exception de quelques pays, il est très peu probable que l'USAID serve jamais de donateur principal pour aider l'irrigation. Parmi d'autres donateurs, les Hollandais, les Allemands et les Japonais sont déjà loin en avant et y resteront probablement. Dans cette situation, il est souhaitable que l'AID coordonne ses efforts et considère ce que d'autres donateurs sont déjà en train de faire sur le continent; nous ne pouvons

pas compter sur des avantages secondaires (formation des participants, etc.) des projets actuels de l'USAID, pour faire face à la nécessité fondamentale de renforcement institutionnel. Si ce qui précède devient le but de l'AID pour le sous-secteur de l'irrigation, il ne faut pas hésiter.

En tenant compte des limitations ci-dessus, nous proposons neuf points pour lesquels le soutien immédiat de l'AID est souhaitable:

1. Coopération avec les autres donateurs
2. Incorporation de l'irrigation dans les projets du FSR
3. Mauvaise systémique et remise en état
4. RBA et planification de l'irrigation
5. Applications de la télédétection
6. Rôle des femmes dans l'irrigation
7. Réseaux d'irrigation de petite taille
8. ONG et secteur privé
9. Renforcement de l'aide américaine

1. Coopération avec les autres donateurs

A court terme, l'AID a besoin d'incorporer l'expérience d'autres donateurs qui ont aidé activement l'irrigation africaine. En disant ceci, nous ne voulons pas dire que ces pays possèdent nécessairement de meilleures connaissances de la gestion de l'eau que les Etats-Unis, mais que la documentation sur l'irrigation consiste largement dans des rapports de projets sous une forme quelconque: estimations, études du terrain, rapports de missions, vérification des comptes de gestion et évaluations finales. Ces documents sont généralement exécutés à la demande et se trouvent rarement dans une documentation théorique, en dehors du pays où ils ont été utilisés. En Afrique, les donateurs principaux ont été la Banque mondiale, la FAO, la France et l'Angleterre; ces dernières années, il y a eu également différentes banques et fonds de développement et de nouveaux donateurs comme les Hollandais et les Allemands. Pour renforcer l'expérience actuelle de l'Afrique en irrigation, on doit commencer par les organismes et les

donateurs qui ont exécuté de véritables projet d'irrigation et ceci signifie sortir des Etats-Unis (excepté le siège de la Banque mondiale).[15]

En plus du dialogue avec ceux qui ont exécuté des travaux d'irrigation en Afrique, l'AID devrait prendre une décision de politique et participer activement à diverses activités multilatérales à des niveaux peu élevés, qui sont déjà en progrès. Par exemple, la FAO et les Hollandais ont beaucoup aidé la petite irrigation en Afrique (Underhill, 1984), et la FAO est en train de montrer l'exemple en analysant le rôle des femmes (Dey, 1984). Ces deux types d'activités méritent une aide supplémentaire et représenteraient d'excellents points de départ pour un effort de collaboration. L'AID devrait renforcer sa représentation aux diverses conférences régionales sur l'irrigation, qui sont devenues plus importantes au fur et à mesure de l'augmentation du nombre de donateurs et celui des bénéficiaires potentiels. De l'aide pourrait aussi être accordée au système d'irrigation de l'ODI qui, étant donné son importance actuelle, a besoin de ressources supplémentaires si elle veut demeurer efficace. Aucune de ces initiatives ne semble très prestigieuse, mais elles ont l'avantage de rapprocher le personnel technique américain de ceux qui s'occupent, au jour le jour, de la planification et de l'exécution sur le terrain des projets d'irrigation en Afrique. Une autre source plus proche de nous est celle de la Banque mondiale, qui, malgré ses déclarations de politique, demeure étroitement liée à un certain nombre d'investissements importants dans l'irrigation africaine. Bien que les rapports entre la Banque et l'AID de Washington aient été bons, la Banque a généralement recherché des sources non-américaines quand il s'est agi de compétence technique en irrigation. De toutes façons, l'AID et ceux qui travaillent avec elle doivent créer un accès direct à une base expérimentale sur l'irrigation africaine avant que d'autres formes d'aide institutionnelle ne deviennent possibles.

2. Incorporation de l'irrigation aux projets du FSR

L'AID a actuellement plusieurs projets de recherches sur les systèmes d'exploitations agricoles (FSR), dans les pays suivants: Soudan, Tanzanie, Malawi, Ruanda, Burundi et Bostwana, notamment. La raison d'être de ces projets était de

---

[15]Nous n'avons pas pu faire appel à ces autres sources pour notre étude- sauf en ce qui concerne les françaises, que nous avons visitées- ce qui nous a beaucoup limités, réduisant l'applicabilité générale et la validité de nos conclusions.

déterminer les difficultés présentes et de décrire les besoins de différents systèmes d'exploitations agricoles. De la même façon, l'ILCA a sponsorisé plusieurs programmes de recherches approfondies sur le rôle des élevages de bétail dans les grandes exploitations agricoles (avec des centres régionaux au Kenya et au Mali, même en Ethiopie). Financé par l'AID, le CIMMYT a son programme en Afrique de l'Est et du Sud, est basé à Nairobi, mais dirige des missions d'études sur l'exploitation et des séminaires à travers la région.

La récolte irriguée représente un choix important dans beaucoup de pays où la recherche des FSR est entreprise. Si les chercheurs négligent de la prendre sérieusement en considération, cela signifie, comme on l'a noté, que les exploitations irriguées ne sont souvent qu'un sous-élément de grands périmètres non-irrigués. Les recherches initiales des FSR avaient pour objectif les cultures pluviales et arables, au point d'ignorer même les élevages de bétail qui étaient souvent présents. Nous suggérons qu'il n'y a aucune raison justifiée pour exclure des FSR arbitrairement l'irrigation et le bétail même dans les périmètres où les nombreuses entreprises ne sont pas étroitement intégrées.

Ajouter l'irrigation complèterait donc les activités actuelles des FSR. Du point de vue de l'AID, comme ces projets ont déjà reçu un financement, il y aurait peut-être là une source de fonds qui pourrait être exploitée; une autre solution serait d'avoir une période minimale d'établissement s'il fallait élargir les objectifs au moyen de fonds additionnels pour l'irrigation et la gestion de l'eau. Divers changements spécifiques pourraient être apportés en même temps que ces modifications: (a) attacher plus d'importance aux prises de décisions sur l'exploitation et aux questions relatives aux ménages; (b) apporter un soin particulier à la concurrence entre les exploitations irriguées et non-irriguées; (c) analyser le risque institutionnel pris par les exploitants lorsqu'ils entreprennent l'irrigation; (d) analyser le coût de la main-d'oeuvre sur l'exploitation et le rendement entre les exploitations, pendant toute la saison; (e) évaluer le rendement de différentes innovations potentielles. La valeur d'une telle information pour comprendre le peu de popularité de l'irrigation, est évidente.

3. Mauvaise systémique et remise en état

Un rapport général comme celui-ci, surtout basé sur la recherche de documentation, peut seulement fournir des évaluations générales d'une performance

systématique. De nombreux exemples pourraient être donnés dans les chapîtres précédents pour expliquer pourquoi la performance de l'irrigation africaine est généralement bien en-dessous de son potentiel. Des suggestions ont été également examinées pour savoir pourquoi l'irrigation a été si problématique, mais les résultats sont alors, par nécessité, plus incertains. Seulement quelques visites de terrain ont été permises; les techniciens travaillant sur le terrain n'étaient, en général, pas interviewés; le génie agricole n'est que faiblement couvert par la documentation américaine disponible. Il paraît indispensable que l'AID précise davantage les conclusions générales contenues dans ce rapport.

On peut suggérer trois possibilités pour le faire. Tout d'abord, un meilleur compte-rendu de l'expérience de chaque projet serait absolument nécessaire. Quelques pays sont complètement ignorés dans ce rapport (comme l'Angola et le Mozambique, ainsi que la plus grande partie de l'Afrique Centrale); pour beaucoup de projets intéressants, la documentation n'est pas non plus disponible aux Etats-Unis. Deuxièmement, il pourrait être utile d'examiner les périmètres d'irrigation, région par région une tâche assez facile en ce qui concerne le Sahel, mais à peine commencée pour les autres régions d'Afrique. Il existe des différences régionales marquées qui auront certainement desimplications sur la politique directe; et de toutes façons la méthode utilisée par l'AID est d'envisager la surveillance en utilisant les REDSO régionaux. Troisièmement, il serait utile de comparer les techniques et les situations particulières (stations de pompage sur les bords des lacs; culture de riz de crue; assainissement des marécages, etc.) (Comme ce qui précède représente un programme très important d'opérations potentielles, nous insistons à nouveau sur la nécessité d'éviter la duplication de ce que d'autres donateurs peuvent avoir commencé).

D'une manière ou d'une autre, on doit posséder des connaissances plus précises sur les causes de la mauvaise systémique du projet avant de lancer les investissements pour l'habituel "cadre institutionnel". Les organismes publics ont un insatiable appétit de conférences, cours, groupes de formation, publications, etc. à tel point que nous ne pouvons pas recommander l'habituelle méthode "à la va-vite", pour renforcer la capacité institutionnelle. Tout d'abord, il faut tirer au clair quelles sont les vraies causes des faibles performances et ensuite trouver les solutions pour y remédier.

Il est évident qu'obtenir de tels renseignements sur les projets qui ne sont pas financés par l'USAID sera difficile. Des descriptions de la gestion du système principal et des méthodes d'irrigation actuelles, manquent presque totalement et doivent être constituées à partir de rien; ce faisant, il devrait être possible d'apprendre pourquoi l'entretien est si déficient, quelles connaissances manquent aux agriculteurs et les raisons pour lesquelles ils sont exclus d'une participation significative. On aura également besoin de renseignements sur le fonctionnement administratif de l'agence et sur l'efficacité des organismes de support nécessaires, dans le contexte extérieur.

4. Agences de bassin et planification de l'irrigation

Comme on l'a déjà mentionné dans ce chapitre, l'AID pourrait concentrer son aide sur la planification de l'irrigation à l'intérieur de l'actuelle Agence de bassin. Le danger est simplement dans ce cas de doubler l'actuelle planification de pré-investissement qui est déjà mise en route pour les grandes Agences multinationales comme les OMV (Opérations pour la mise en valeur du fleuve Sénégal). De tels projets remplacent les planificateurs de l'extérieur par d'autres, locaux; ils peuvent devenir très coûteux; les nombreuses Agences ouvrent le chemin à une suite continue de demandes. Nous recommandons, au contraire, que l'AID s'attache à améliorer les méthodes présentes et les possibilités, dans le pays, d'une planification intégrée de gestion de l'eau. La création de petits cours et de stages techniques sur des sujets variés pourrait répondre à certains besoins, tels le développement des méthodes rapides de reconnaissance, une meilleure intégration des informations pédologiques, des échanges d'expérience relatifs aux vertisols, la détermination des limites de main-d'oeuvre et des comparaisons de technologie. Les Agences de bassin pourraient également bénéficier d'une analyse de la main-d'oeuvre et de dispositions pour un programme de formation aidé extérieurement, pour faire face à certaines priorités. Les Agences sont dans une position stratégique pour observer les incidences de l'environnement et pourraient apprécier une aide pour leur faciliter cette importante fonction. Dans certains pays où le génie agricole a été créé à un haut niveau de formation, l'USAID pourrait encourager des rapports entre la formation et les Agences de bassin. Une priorité serait de les aider à évaluer (et si approprié) organiser l'aide technique du sous-secteur de l'irrigation. Finalement, les Agences devraient créer

leur propre système d'évaluation pour calculer la performance du projet une opération qui pourrait servir de stimulant puissant pour obtenir de meilleurs résultats.

Dans tous les cas, le but devrait être de démontrer, dans la pratique, une approche intégrée et multidisciplinaire. Peutêtre que l'AID de Washington pourrait sélectionner un ou deux bassins comme zones pilotes pour appliquer des méthodes plus souples et orientées vers la pratique du terrain, par exemple les bassins de la Gambie et de la Juba? (Nous supposons que des détails plus précis seront publiés prochainement dans l'étude parallèle de l'AID sur quatre bassins africains, pour savoir comment un tel programme devrait être exécuté).

5. Applications de la télédétection

Jusqu'ici, les Etats-Unis ont eu l'avantage technique de fournir des renseignements de haute qualité par LANDSAT pour la planification des ressources naturelles africaines. En supposant que le potentiel de télédétection non-militaire américain demeure dans le secteur public, il donne beaucoup à espérer pour la documentation sur la chute des pluies et, par conséquent, sur la demande d'irrigation. On a utilisé les images météorologiques transmises par satellite pour fournir des estimations rapides et globales sur l'humidité et les conditions de croissance des cultures. Aucune autre source ne peut fournir de renseignements équivalents pour des zones étendues du continent. Nous suggérons que ces données soient intégrées à un système de détection précoce pour tout le continent; les prévisions d'une sécheresse imminente seraient partagées entre les pays concernés. Dans plusieurs pays-clés (du point de vue des intérêts américains) ces renseignements, s'ils sont fournis rapidement, pourraient permettre une augmentation de la production céréalière dans le secteur de l'irrigation, comme au Soudan en 1984. Il existe probablement d'autres possibilités qui méritent également d'être examinées plus précisément et qui sont réalisées conjointement par des équipes de spécialistes américains et de nationaux du pays d'accueil. On suppose par exemple que des analyses spatiales des tendances de la dégradation écologique du continent, continueront à attirer l'attention des dirigeants. Il n'y a aucune raison pour que l'évaluation des tendances générales de l'environnement ne puisse être combinée à un intérêt spécial des question

hydrologiques. Il serait regrettable que ces toutes nouvelles techniques ne bénéficient pas d'une aide financière additionnelle.

Les arguments ci-dessus constituent de fortes raisons pour que les Etats-Unis maintiennent leur avantage comparatif en appliquant la télédétection à l'évaluation et la planification des ressources naturelles. Il est évident que si l'on donne suite aux propositions de Washington de "privatiser" ces services financés nationalement, la plupart des pays les moins avancés (LDC, Least Advanced Countries) se tourneront vers d'autres sources non-américaines qui sont déjà en train d'être utilisées. Si, cependant, pour des raisons stratégiques, les Etats-Unis doivent financer de telles utilisations de la télédétection, nous considérons de loin préférable que ces travaux soient exécutés en public, lorsque les pays analysés peuvent participer et apprendre par l'expérience.

6. Rôle des femmes dans le développement de l'irrigation

Finalement, il semble que beaucoup d'aspects de l'irrigation en Afrique soient liés à des questions de différence de sexe en ce qui concerne l'engagement des agriculteurs et leur accès aux ressources. Le rôle des femmes dans l'agriculture africaine est déjà une question théorique dans laquelle les chercheurs ont un avantage relatif. (On pense immédiatement à Simmons, Fortmann, Staudt, Peters, Atherton, Jones et Spring, notamment). Nous recommandons que l'AID finance un modeste programme additionnel ayant pour objectif spécial d'examiner comment les femmes participent à l'irrigation et en bénéficient. Un tel sujet exercerait une influence positive sur l'engagement actuel de l'AID vis-à-vis du WID, et pourrait justifier un soutien additionnel. Chaque étude nécessaire examinerait de près les aspects de la question à l'intérieur du ménage.[16]

7. Réseaux d'irrigation de petite taille

Le transfert des données obtenues avec les réseaux d'irrigation de petite taille représente également une possibilité d'aide attrayante pour le donateur (bien qu'étant déjà connue en Europe). L'USAID a participé étroitement à la mise en

---

[16]Peut-être que le bureau de la FAO qui étudie ce sujet, ou les deux organes du REDSO pourraient fournir une base organisationnelle à laquelle les cherecheurs seraient attachés par une bourse de roulement de post-doctorat.

place de périmètres de petite taille dans plusieurs pays asiatiques (notamment au Sri Lanka, en Indonésie et aux Philippines). Des leçons de ces expériences pourront certainement être appliquées aussi dans certaines régions d'Afrique. Les arguments théoriques en faveur des petits périmètres ont déjà été examinés; il serait cependant utile de déterminer dans quelles mesures ils peuvent être mis en pratique.

Questions qui pourraient être examinées sous les auspices de l'AID:

1. Facteurs relatifs à la survivance de certains systèmes et techniques traditionnels;
2. Institutions actuelles de distribution d'eau, entretien, règlements des conflits et recouvrement des coûts;
3. Types d'organisations de périmètres déjà utilisés;
4. Types de soutiens techniques exigés par les petits réseaux;
5. Choix et utilisation de pompes dans le contexte africain;
6. Conséquences de l'utilisation spontanée et croissante de petits systèmes de pompage;
7. Solutions offrant une aide extérieure aux réseaux de petite taille.

8. <u>ONG et secteur privé</u>

Une alternative serait que l'AID concentre ses efforts de soutien aux ONG et aux PVO qui sont actives dans la petite irrigation en Afrique. Par exemple, les projets aidés par les PVO au Kenya, étudiés par Kortenhorst (1983), ont rencontré beaucoup de difficultés techniques (le document de Weber qui a servi de base à cette étude, cite encore de nombreux exemples d'autres régions africaines). Ces exemples suggèrent que les petits projets peuvent présenter autant de difficultés que les grands si la conception en est mauvaise ou la technologie inappropriée. Même si le personnel des PVO est généralement motivé et désireux d'expérimenter, les aider à résoudre des difficultés techniques et organisationnelles pourrait donner à l'AID accès à un vaste champ d'expériences africaines sur le terrain, à relativement peu de frais. Certains individus ont accumulé une grande connaissance des aspects particuliers de l'évolution de l'irrigation, mais on découvre généralement qu'ils se concentrent seulement sur un ou deux éléments du procédé global, et qu'ils ne sont pas qualifiés pour donner leur avis au-delà de

leur propre cercle limité. Une aide extérieure pourrait aider à réunir cette précieuse expérience et à la rendre plus largement disponible.

En ce qui concerne le secteur privé de l'irrigation dans certains pays africains, on rencontre un besoin équivalent de stimuler les échanges d'expérience technique entre les grands entrepreneurs commerciaux et les PVO, ou les organisations nationales qui travaillent avec les petits exploitants.

9. Renforcement de l'aide américaine

L'impatience des institutions américaines d'obtenir des fonds du gouvernement fédéral déguise quelquefois la situation véritable relative à la disponibilité de la main-d'oeuvre et aux ressources pour entreprendre les travaux techniques requis. Ceci semble être le cas de l'évolution de l'Afrique. Alors qu'il y a beaucoup de spécialistes américains qui ont l'expérience de l'Afrique, la plupart sont des spécialistes en sciences sociales qui ne possèdent qu'une compréhension limitée des aspects techniques de l'irrigation. D'autres ne connaissent ni le français, ni l'arabe, ni le portugais indispensables. D'autres encore sont découragés par le peu de sécurité qui règne et par une livraison de fournitures peu fiables. Ces trois raisons déterminent les faibles possibilités de l'aide américaine et limitent à court terme le champ d'action de l'AID.

Pour aplanir ces difficultés majeures, on devrait intervenir au niveau des ressources institutionnelles et du personnel. En ce qui concerne le personnel, nous avons suggéré d'utiliser davantage les affectations "d'accompagnement" pour attirer de jeunes spécialistes qui acquerront une plus vaste expérience sur le terrain. Ceci est particulièrement nécessaire pour les spécialisations techniques (agronomie, génie de l'irrigation, hydrologie, pédologie, etc.) mais s'applique également aux différents facteurs économiques de l'irrigation et à l'organisation des agglomérations. (Le français et l'arabe sont des langues indispensables dans certains pays, mais les candidats potentiels possèdent déjà les langues nécessaires dès leurs premières affectations sur le terrain).

Quant aux ressources institutionnelles, nous proposons que les Américains utilisent davantage le réseau d'irrigation de l'ODI, plutôt que d'essayer de doubler cette liste d'agents de terrain. On devrait également établir une liaison étroite avec le programme pour l'Afrique de l'Institut International de la Gestion de l'Irrigation (IIMI, International Irrigation Management Institute). Dans les

principales institutions américaines que l'AID a l'intention d'utiliser, les rapports de terrain et les thèses sur l'Afrique doivent être plus accessibles. Bien des ressources nécessaires existent aux Etats-Unis, mais elles sont dispersées parmi des institutions non spécialisées dans l'irrigation.

Combler les lacunes

Ce rapport a eu pour objectif de combler une lacune de documentation en fournissant un panorama général de l'irrigation actuelle de de tout le continent africain. Ceux qui y ont contribué ont découvert que la tâche dépassait quelquefois les moyens mis à leur disposition. Il n'existe pas seulement une lacune importante entre les sources théoriques qui peuvent généralement être trouvées aux Etats-Unis et les nombreux rapports de projets demandés par les utilisateurs et classés à l'étranger, mais aussi entre les ingénieurs qui conçoivent et exécutent les projets en Afrique, et les agronomes et les administrateurs qui essayent de les faire fonctionner. On s'attendait à la première lacune, mais pas à la seconde. Nous terminons cette étude en identifiant plusieurs sujets dans lesquels actuellement une communication interne et efficace est souvent interrompue:

- Entre ingénieurs civils et agronomes (conception contre fonctionnement);
- Entre directeurs de projets et exploitants;
- Entre fournisseurs et utilisateurs de la technologie;
- Entre propriétaires de parcelles et travailleurs;
- Entre membres du projet et communautés avoisinantes.

Le projet de WMS II a été créé pour que les programmes de terrain bénéficient d'une perspective unifiée, utilisant la gestion de l'eau comme lien d'intégration pour mettre en valeur les inter-connexions entre les secteurs (et de là, entre les disciplines analytiques). L'élément de "synthèse" a exprimé l'opinion de l'AID qui aimerait que les projets de terrain ne reflètent pas les mêmes erreurs les uns après les autres. Cette étude démontre très clairement que ces deux inquiétudes sont en tout à fait fondées en ce qui concerne l'irrigation africaine. Les structures organisationnelles actuelles garantissent pratiquement une approche fragmentée de l'irrigation, laissant chacun des groupes dans la position d'accuser

les autres pour les erreurs évidentes qui ne manquent pas de tous les côtés. En conséquence, on ne tire aucune leçon des expériences antérieures. Nous espérons que les opinions exprimées dans ce rapport constitueront un premier pas vers une compréhension totale, permettant à tous les intéressés d'assumer une responsabilité collective et, éventuellement, de trouver des solutions plus efficaces.

ANNEXES

ANNEXE A

RESUME DES DOCUMENTS DE TRAVAIL

ETUDE DE LA TECHNOLOGIE DE L'IRRIGATION EN AFRIQUE TROPICALE

par

Peter H. Stern

Ce document de travail étudie brièvement l'évolution de l'irrigation depuis son origine jusqu'à nos jours lorsque la technologie moderne a été introduite avec le projet de Gezireh en 1910. Partant d'un projet de 2.500 ha. en 1910, Gezireh s'étendait sur 400.000 ha en 1952 et représentait plus de 50% de toutes les terres irriguées d'Afrique tropicale. On a observé quatre tendances dans l'évolution de l'irrigation en Afrique depuis 1952.

1. Extension de la surface irriguée aux bassins versants.
2. Introduction des techniques asiatiques pour régulariser l'irrigation des rizières, spécialement en Afrique Occidentale.
3. Développement de l'irrigation sous pression par asperseurs en Afrique du Sud.
4. Augmentation récente de l'importance donnée à la petite irrigation de cultures vivrières.

Stern sous-divise le continent en quatre régions le Sahel, l'Afrique Ouest-équatoriale, Centre équatoriale de l'est, et l'Afrique du Sud. Les activités d'irrigation sont étudiées par pays. La technologie de l'irrigation fait suite à

cette discussion sous les titres suivants: considérations géographiques, aménagement des sources d'eau, extraction de l'eau et principaux travaux d'ingénierie.

1. Considérations géographiques -- On fait une distinction entre les pays dans lesquels les cultures ne peuvent pas pousser sans irrigation et ceux où l'irrigation est utiliséer en complément de l'eau de pluie. Dans les zones les plus humides où la saison sèche peut être courte, la croissance des mauvaises herbes pose un énorme problème.
2. Aménagement des sources d'eau -- Beaucoup de cours d'eau en Afrique sont internationaux, en ce sens queleurs sources et leur cours traversent plusieurs pays voisins. L'absence d'accord internationaux pour régulariser et répartir l'eau, peut causer beaucoup de conflits relatifs à l'aménagement unifié du bassin.
3. Extraction de l'eau -- En Afrique les grands projets reçoivent l'eau de réservoirs ou par dérivation, donc par gravité, grâce à un réseau de canaux. Lorsque l'écoulement par gravité n'est pas praticable, l'eau est pompée. Les systèmes par gravité sont plus rentables que le pompage qui a besoin d'énergie et d'entretien.
4. Principaux travaux d'ingénierie -- Les grands projets d'irrigation demandent des connaissances de planification, de conception et de construction des principales installations hydrauliques. Digues, réservoirs, barrages, stations de pompage, canaux principaux et systèmes complexes de régularisation et de distribution sont indispensables au développement des principaux travaux du bassin. Il peut être indiqué de s'interroger assez sérieusement quant à l'utilité finale d'un barrage principal ou d'un réservoir sur un fleuve transportant une grande quantité de dépôts. Une ingénierie saine est importante pour la planification et la conception des projets d'irrigation; le manque de préparation a souvent fait échouer les petits projets.
   (a) Dans les grands projets une conception défectueuse a été attribuée à une quantité d'eau insuffisante pour irriguer dans un délai spécifique. Stern suggère qu'au lieu d'être un problème de conception, c'est plutôt une question d'entretien car les mauvaises herbes et les dépôts réduisent énormément l'écoulement des canaux. Stern met aussi l'accent sur le fait que des méthodes

qui ont assez bien réussi au Soudan, n'ont pas eu le même succès lorsqu'elles ont été appliquées à d'autres régions d'Afrique.

(b) Dans la plupart des cas, l'irrigation par aspersion n'est pas une méthode viable en Afrique. L'intérêt pour l'irrigation de surface continuera à cause des difficultés inhérentes aufonctionnement et au maintien de l'équipement. Lasalinité du sol et les risques de maladie sont deux autres facteurs de l'irrigation en Afriquequi doivent être examinés de près.

(c) L'importance accordée aux petites exploitations est relativement récente; les initiatives réussis sent généralement mieux lorsqu'elles émanent des exploitants. La petite irrigation a été activement encouragée dans les pays suivants: Mauritanie, Sénégal, Mali, Niger, Gambie, Guinée, Sierra Leone, Côte d'Ivoire, Kenya et Tanzanie.

(i) On croit généralement que les petits projets ne demandent pas autant de recherches, de planification et de préparation que les grands.

(ii) En fait, un petit projet bien conçu coûtera sans doute davantage par hectare en investissement de capital qu'un projet plus grand.

(iii) En ce qui concerne la technologie utilisée pour la petite irrigation, on doit employer ce qui est bon marché mais praticable. L'énergie solaire pour le pompage peut devenir économiquement intéressante.

d) Le fonctionnement et l'entretien du matériel et de l'équipement, où qu'ils soient utilisés dans les régions rurales de l'Afrique, rencontrent des difficultés. Ce n'est pas toujours parce que les utilisateurs manquent d'expérience ou de motivation. La plupart du temps les pannes sont causées par la difficulté à se procurer le Dans beaucoup de pays, les opérateurs de pompes s'arrangent pour continuer à faire fonctionner leur machines dans des conditions qui décourageraient ceux qui sont habitués à un matériel plus sophistiqué.

De ce panorama, Stern tire les conclusions suivantes:

1. Conclusions générales

   (a) Bien que dans certaines régions d'Afrique on connaisse l'irrigation traditionnelle depuis très longtemps, la technologie moderne de l'irrigation s'est répandue très rapidement à travers le continent.

   (b) Des 4,6 millions d'ha. irrigués en Afrique tropicale, 93% de cette surface sont répartis entre les 10 pays suivants: Soudan, Madagascar, Nigéria, Sénégal, Tanzanie, Zimbabwe, Ethiopie, Mali, Somalie et Mozambique.

   (c) La principale culture irriguée de l'Afrique tropicale est le riz, représentant environ 30% de toute la région, suivie du coton (13%) et de la canne à sucre (8%).

   (d) Les méthodes traditionnelles d'inondation et de simple irrigation par chutes, sont largement utilisées à travers les régions semi-arides du nord de l'Afrique.

   (e) L'irrigation moderne en Afrique tropicale a débuté au Soudan dans les années vingt, et a été lancée à l'origine pour la production commerciale du coton.

2. Planification et conception

   (a) Sur tout le continent, les prévisions et les coûts du développement ont été fortement sous-estimés.

   (b) Les causes de l'augmentation des coûts et du temps sont complexes, mais sont plus liées aux facteurs économiques mondiaux et aux situations sociales et politiques qu'à la technologie de l'irrigation.

   (c) Cependant, certains échecs peuvent être attribués à l'introduction beaucoup trop brusque de techniques inappropriées.

3. Exploitation des sources d'eau

   (a) La plupart des grands fleuves africains sont internationaux, mais peu seulement font l'objet d'un accord général concernant l'utilisation de leurs eaux. Le manque d'accord adéquat cause des problèmes dans certains pays.

   (b) L'état de certains barrages-réservoirs importants est alarmant à cause d'un envasement précoce inattendu.

(c) Dans l'ensemble, lorsque c'est possible, le matériel pour l'irrigation par gravité est préférable à celui utilisé pour le pompage.

(d) Dans certaines situations comme en Sierra Leone, l'irrigation par les marées peutêtre pratiquée. Cette méthode pourrait être utilisée davantage dans les zones côtières et dans les estuaires.

(e) Le pompage par énergie solaire utilisé pour l'irrigation pourrait bientôt devenir économiquement intéressant si l'investissement initial des unités photovoltaïques peut être réduit davantage. Il n'est pas si certain cependant que ces structures de pompage puissent résister à une utilisation permanente dans un contexte rural.

4. Méthodes d'irrigation

(a) L'irrigation par ruissellement apparaît encore la méthode la plus courante pour l'utilisation de l'eau en Afrique tropicale. Des 4,6 millions d'ha. irrigués, 95% le sont par ruissellement.

(b) L'irrigation par aspersion est surtoutlargement utilisée en Afrique tropicale pour cultiver la canne à sucre. Elle est également utilisée pour la culture commerciale intensive, par les exploitants "à capitaux" (c'est-à-dire ceux qui possèdent d'importantes ressources de capitaux).

(c) Plus de la moitié des zones irriguées par des asperseurs se trouvent dans le sud de l'Afrique.

(d) Il est relativement facile de cultiver le paddy de qualité médiocre sous irrigation, mais il est difficile, en Afrique, de conserver une maîtrise de l'économie rurale et des eaux, nécessaire au maintien d'un rendement élevé.

5. Grands projets d'irrigation

(a) Les grands projets d'irrigation sont attrayants car spectaculaires.

(b) Ils exigent inévitablement une technologie sophistiquée tant pour leur construction que pour leur fonctionnement.

(c) Le fonctionnement des grands projets exige inévitablement une gestion centralisée.

(d) Le fonctionnement et l'entretien standard des grands projets dans des pays comme le Soudan et la Somalie sont déficients pour les raisons suivantes: (a) sévère manque de personnel spécialisé et de

techniciens; (b) insuffisance de capitaux; (c) machines et matériel usés.

(e) On pense souvent qu'une meilleure formation est la solution d'une meilleure gestion pour les grands projets d'irrigation. En fait, l'attraction de la vie urbaine, d'emplois lucratifs dans le secteur privé ou dans les pays pétroliers du Moyen-Orient, vident les projets ruraux du personnel dont ils ont besoin et la formation dans le sens général du terme ne renversera pas cette situation.

6. Petits projets d'irrigation

(a) Beaucoup de petits projets d'irrigation qu'on a tenté de lancer en Afrique tropicale, ont été confrontés aux mêmes difficultés que les grands.

(b) Beaucoup de petits projets ont échoué à cause de recherches, enquêtes, planification et conception inadéquats.

(c) La petite irrigation qui se sert généralement des méthodes traditionnel-les avec succès, est en train de se répandre, particulièrement depuis la récente sécheresse. Comme il a été démontré dans quelques pays de l'Afrique occidentale, la petite irrigation, si elle est encouragée et aidée également de l'extérieur, peut réussir mais à des coûts considérables.

(d) La petite irrigation semble avoir remporté plus de succès à l'ouest qu'à l'est de l'Afrique. Au Kenya, on a remarqué qu'elle avait plus de chance si elle était aidée par une ONG plutôt que par un organisme national.

(e) Le développement de la petite irrigation doit bénéficier de l'accord et de la coopération des populations locales.

7. Fonctionnement et entretien

(a) Les coûts du carburant, de l'entretien, de la réparation de l'équipement et du fonctionnementen général semblent être une charge pour toutes les exploitations, à l'exception de celles qui sont tout à fait commercialisées.

(b) Dans la plupart des pays d'Afrique tropicale, les pannes techniques de pompes et moteurs sont causées davantage par un manque de devises, une restriction des importations, la bureaucratie et des

sources incertaines de matériel, qu'aux erreurs des mécaniciens et des opérateurs.

(c) La propagation de la schistosomiase dans les grands projets d'irrigation est cause d'inquiétude pour les responsables de lasanté; des ressources considérables sont consacrées à la recherche dans ce domaine. Des mesures de surveillance sont praticables mais elles ont été jugées coûteuses.

QUESTIONS D'OCCUPATION DES TERRES IRRIGUEES

PLANIFICATION ET GESTION

EN AFRIQUE SUB-SAHARIENNE

par
Mary Tiffen

(Overseas Developement Institute)
Institut pour le Développement à l'Etranger

Ce document de travail résume le problème de l'occupation des terres en Afrique, les droits sur l'eau, les questions de statut et d'aménagement qui surgissent pendant la planification et l'exécution, les statuts et la gestion dans les projets d'établissement et de vulgarisation.

1. Occupation des terres en Afrique

   (a) Le droit coutumier sert encore de base à l'exploitant africain pour toutes les décisions relatives à sa stratégie économique.

      (i) Les systèmes communautaires sont les plus courants lorsque les terres sont détenues par une famille ou un village.

      (ii) L'utilisation des terres est basée sur le droit de celui qui, le premier, les défriche pour les cultiver; on peut hériter de ces droits.

      (iii) D'autres coutumes proviennent du droit de conquête.

   (b) Les puissances coloniales ont déclaré que que toutes les terres formaient un état sur lequel les agriculteurs avaient les droits coutumiers de l'usufruit.

(i) Le concept de terre nationale, terre dela couronne, régime domanial, pour les terres non-revendiquées ou inutilisées fut créé.

(ii) Importance du contrôle national des états par les autorités locales.

(c) Suivant les améliorations du droit coutumier, les cultures et les structures appartiennent à l'exploitant.

(i) Ce point soulève la question des projets d'établissement et des difficultés d'expulser un locataire qui a procédé à des travaux de rénovation.

(ii) La loi musulmane a graduellement changé le droit coutumier sur l'héritage et donne deux parts de la terre à un fils, une part à une fille et une portion à la veuve.

(iii) Des tensions s'élèvent actuellement entre les exploitants qui en arrivent à juger que les terres leur appartiennent et l'opinion des politiciens relative au contrôle de l'état par une nouvelle législation nationale.

2. Droits sur l'eau

(a) Beaucoup de pays africains n'ont ni législation ni principes judiciaires gouvernant les ressources d'eau utilisables et la planification de l'irrigation.

(i) Dans les pays francophones toutes les eaux appartiennent, selon la loi, au domaine public, à l'exception des puits et citernes construits par des individus sur leur propre terre.

(ii) Dans les pays anglophones, le droit coutumier britannique prédomine généralement.

(iii) La doctrine de "prior appropriation" (appropriation antérieure) des Etats-Unis, qui donne la priorité aux premiers bâtisseurs, ne s'applique pas en Afrique.

(iv) Pour beaucoup de pays, la législation sur les eaux est vague.

(b) La priorité entre les utilisations spécialement les besoins urbains contre les besoins ruraux est indispensable à la planification des bassins, cependant elle ne fait pas partie des tâches des responsables du développement.

(c) Priorités de l'irrigation seulement quelques pays ont créé des systèmes pour contrôler l'utilisation de l'irrigation présente et établir des droits de priorité, par exemple entre les utilisateurs en amont et en aval.

(d) Très peu de pays possèdent des systèmes de surveillance et de permis pour l'extraction des aquifères ou des cours d'eau.

3. Statut et gestion des systèmes créés par l'exploitant

(a) Systèmes à contrôle partiellls sont très courants en Afrique et comprennent les terres de régression des crues, les marécages, les polders et les fonds de vallée où il n'existe aucun contrôle sur la quantité ou le temps d'écoulement de l'eau.

(i) Les terres humides sont souvent utilisées comme pâturages; cependant, selon le droit coutumier, l'utilisation de ces terres apriorité pour la culture.

(ii) Des conflits surgissent lorsque les gouvernements prennent possession de ces terres.

(iii) La culture d'une parcelle de terre humiden'est généralement qu'une partie des activités de la famille.

(b) Systèmes de contrôle total on identifie trois types:

(i) Propriété d'un individu tout à fait courant en Afrique Occidentale. Petites exploitations, traditionnellement le chadouf, plus récemment petites pompes et puits.

(ii) Systèmes capitalistes la terre comprend une une zone trop vaste pour que l'exploitant africain puisse la cultiver seul; par conséquent il engage des ouvriers, des métayers ou des locataires.

(iii) Systèmes communautaires ou de coopérativesle contrôle et la propriété de l'irrigation font partie d'une personne morale (clan ou institutions de village).

(c) Questions à considérer.

(i) Une enquête poussée sur les droits et la productivité des utilisateurs de terresinondables par régression, utilisateurs d'aquifères, spécialement lorsqu'ils sont affectés par des barrages pour des projets d'irrigation.

(ii) Dans les projets communaux où les barrages, les canaux, etc. ont été créés, il est nécessaire de définir clairement la proprié té et le contrôle des avoirs, d'établir des accords sur le détournement de l'eau et de clarifier le statut d'occupation des terres irriguées.

4. Questions d'occupation des terres qui surgissent pendant la planification.

(a) Au stade de la planification et de l'exécution, il est nécessaire de connaître la situation présente.

(b) Questions qui doivent être examinées au stade de l'étude de la réalisation:

(i) Examen de l'utilisation du terrain avec ou sans le projet, en prenant en considération ses conséquences le long du fleuve et la zone du réservoir.

(ii) Incorporation d'une clause d'indemnisation et de frais de réaménagement de l'habitat dans le plan de financement initial.

(iii) Entreprendre les études socio-économiques et cadastrales nécessaires. S'assurer que les populations qui vont cultiver les zones irriguées conserveront les terres et les avoirs lorsque le projet sera terminé, ce qui pourrait influencer la disponibilité de la main-d'oeuvre.

(iv) Les droits des populations de pasteurs ont souvent été négligés. Une compensation doit être considérée, soit sous forme d'offre de location, soit sous forme de paiement enargent pour la perte des droits de pâturage.

(c) En Afrique, le projet d'irrigation type aura, soitracheté soit ignoré les droits locaux et doit alors prendre des décisions sur le choix, le nombre des locataires et également sur les dispositions concernant les construction et l'infrastructure.

5. Droit d'occupation et gestion des projets d'aménagement de l'habitat.

(a) Justification pour les projets d'aménagement de l'habitat. Ces projets sont ceux pour lesquels les terres aussi bien que les ressources en eau sont la propriété des responsables du projet ou contrôlé par eux et sur lesquels les agriculteurs sont locataires.

(i) Justifié par le fait que l'état ou lacompagnie commerciale fournit d'importants etcoûteux avoirs et doit garantir un bon rendement économique.

(ii) Permet l'application des dispositions sur les méthodes de récoltes, les pratiques d'irrigation, les méthodes de rotation et culturales, le moment précis des opérations, etc.

(iii) Facilite les méthodes de marketing et permet aux responsables de récupérer les coûts et frais.

(iv) Il est plus facile de confier la distribution de l'eau, l'entretien, les réparations et le recouvrement des frais, etc. à un nouvel organisme national que d'aider les exploitants à créer leurs propres institutions.

(v) Le plan de la parcelle peut être décidé en accord avec les exigences techniques; la taille peut être limitée et les locataires peuvent également empêcher la fragmentation, l'hypothèque hasardeuse des terres et leur perte pour couvrir des dettes.

(b) Droits et obligations des locataires.

(i) Dans les pays anglophones la littérature est rarement claire: comment les conditions du bail ont-elles été communiquées au locataire? Y avait-il ou non un accord individuel par écrit; que se passait-il si des changements étaient apportés aux conditions de la location?

(ii) Dans certains pays francophones les contrats sont passés avec les coopératives. Le locataire est généralement obligé de devenir membre de la coopérative.

(iii) Les fonctions des responsables de la gestion incluent la distribution de l'eau. Dans certains cas, la gestion englobe le fonctionnement de l'équipement.

(iv) La sanction pour non-exécution est l'expulsion, mais elle est difficile àappliquer.

(v) Les méthodes de paiement par les locataires pour des services de gestion varient d'un projet à l'autre.

(c) Questions à examiner.

(i) Un inconvénient des projets d'aménagement de l'habitat est la complexité des fonctionsimposée à un personnel de gestion inexpérimenté.

(ii) Un sérieux inconvénient social décourageant l'innovation et le développement individuel.

(iii) Le statut de locataire a été conçu enfonction de l'inexpérience des agriculteurs et se propose de les aider. La littérature suggère que plus la supervision est réduite, plus le rendement est élevé. La littérature suggère que suivant les rapports, un meilleur rendement est obtenu lors que la supervision est réduite au minimum.

(iv) Si on décide de donner davantage de liberté et de responsabilité aux agriculteurs, il faut examiner les étapes et méthodes pour y arriver.

(v) La provision concernant l'habitation, les services sociaux et les rapports avec les ministères et les gouvernements locaux.

6. Statut d'occupation et de gestion des projets de vulgarisation.

(a) Pour les projets de vulgarisation, les agriculteurs conservent leurs exploitations originelles; les changements de statut d'occupation sont, soit absents, soit acceptés.

(b) Dans l'ensemble, la vulgarisation, quand on l'essaie, semble réussir pourvu que la technique offerte soit vraiment profitable.

(i) Un démarrage souvent lent: quelques individus ou groupes acceptent initialement l'expérience.

(ii) Trois ou quatre ans après, l'adoption de la vulgarisation s'accélère.

7. Sujets pour lesquels la recherche est nécessaire -

(a) Les spécialistes francophones ont attaché plus d'importance à l'utilisation des terres et aux questions légales que leurs collègues anglophones.

(b) Les questions relatives aux droits, aux permis^ d'utilisation de l'eau, à la surveillance et à l'utilisation présente de l'eau dans des périmètres contrôlés partiellement.

(c) Absolument aucune information sur les questions suivantes: droit d'occupation et gestion des grandes exploitations nationales; domaines commerciaux; grandes ou petites exploitations privées qui commencent à utiliser une nouvelle technologie d'irrigation.

(d) La relation entre la location et la dépendance nécessite une recherche poussée.

(i) Les méthodes par lesquelles l'équipe de gestion peut se retirer après la phase initiale d'apprentissage n'ont pas été examinées.

(ii) Les méthodes d'investissement des exploitants dans les projets d'établissement, semblent avoir été étudiés seulement au Soudan.

(iii) Les relations d'un projet de ré-aménagement avec les autorités responsables des services ordinaires du gouvernement justifient une enquête.

PERSPECTIVES DE L'EVOLUTION DE L'IRRIGATION DANS DES CONTEXTES HYDROLOGIQUES AFRICAINS

par

Linden Vincent
Overseas Development Group
University of East Anglia

I. INTRODUCTION

A. Objectifs

1. Analyser les perspectives de l'irrigation dans le contexte hydrologique africain.
2. Etudier l'aide à l'irrigation.
3. Etudier les différents contextes hydrologiques.

II. EAU DE PLUIE CONTRE IRRIGATION

A. Aide à l'irrigation

1. L'opinion prédominante est que l'irrigation est la solution aux problèmes alimentaires de l'Afrique.
   (a) On étudie la validité de cette opinion à cause du coût de l'énergie et des autres coûts renouvelables.
   (b) Une perturbation de la production agricole présente peut en effet augmenter la crise alimentaire.
2. Dans beaucoup de grands projets, le but principal n'est pas l'agriculture mais la production d'énergie, la régularisation du

débit la navigation ou l'alimentation en eau pour la consommation domestique.

(a) Un double cycle de récoltepoussant dans un environnement constamment humide augmente les risques de maladies.

(b) La perturbation du mode de vie d'un exploitant pendant la phase d'exécution des travaux d'irrigation contribue souvent à l'endetter.

(c) Des apports de main-d'oeuvre élevés diminuent la diversité des aliments.

3. On suggère que la plus grande priorité soit donnée à la réorganisation et à l'aménagement des projets actuels.

(a) Besoin d'une évaluation des perspectives des cultures africaines traditionnelles pour fournir les zones urbaines nécessité d'arrêter la promotion automatique du blé et du riz, cultures de bas de la plupart des surfaces irriguées.

B. Perspectives des cultures irriguées

1. Les cultures irriguées les plus rentables sont les cultures commerciales plutôt que celles des céréales.

(a) On suggère que plus d'importance soit donnée aux cultures de base comme le maïs, le sorgho et le millet, réduisant les besoins en blé et riz irrigués.

(b) Les prix du riz et du blé sont fixészartificiellement bas.

(c) Les fruits et légumes répondent davantage aux tendances du marché.

2. Les textes sur les organisations d'assistance technique sont centrés sur la participation du petit exploitant; les exemples prouvent qu'un nombre croissant de projets ne concerne pas les groupes les plus défavorisés.

3. Conclusions

(a) La "nécessité" des cultures irriguées a été déformée par une mauvaise conception des perspectives des cultures pluviales ou des variétés de riz elles, pour fournir les besoins alimentairers des zones urbaines d'Afrique.

(b) Le dynamisme potentiel de la production traditionnelle de riz, de maïs et de sorgho, suggère un manque d'observation

des limites du marketing et de la production, qui sont les problèmes principaux et non pas leurs perspectives limitées en elles-mêmes, selon les changements de climat.

(c) Il est nécessaire de développer des projets qui produisent des légumes, des fruits et certaines céréales de base.

C. Cultures irriguées contre cultures pluviales

1. Presque toutes les analyses sur les projets d'irrigation en Afrique montrent comment les petits agriculteurs cherchent à protéger leurs cultures de subsistence.

   (a) Parce qu'ils conservent leurs parcelles traditionnelles arrosées par les pluies, la main-d'oeuvre est limitée.

2. On doit résoudre un certain nombre de déséquilibres entre la densité de population et les ressources.

   (a) On trouve généralement un surplus de main-d'oeuvre là où se trouve une forte concentration de population. L'évolution de l'irrigatio est un moyen d'utiliser ce surplus.

   (b) Dans les régions où les chutes de pluie ne sont pas assez fréquentes pour les besoins des cultures, l'irrigation est une solution si les produits obtenus sont vendables.

   (c) Les centres urbains en expansion avec leur demande alimentaire mènent souvent à la supposition que l'irrigation est la seule solution pour augmenter la production vivrière. Vincent signale qu'il faut entreprendre plus de travaux pour initier les cultures pluviales.

D. Amélioration de la performance économique

1. La rentabilité est fondamentale les exploitants ne participeront pas aux projets de peur d'augmenter leurs dettes sans obtenir leur sécurité alimentaire.

2. La disponibilité de la main-d'oeuvre est indispensable nécessité de comprendre les exigences familiales; les horaires de travail doivent être réalistes.

3. Les besoins de l'exploitation doivent être réaliste en fonction des limites de la main d'oeuvre et du degré de rentabilité.

4. Les services sociaux doivent être prissérieusement et permettre un aménagement de l'habitat.

5. Il est indispensable de mettre en place des facilités de crédit adéquates, la commercialisation des produits et les facteurs de production indispensables. Les coopératives jouent un rôle important.
6. Les apports et la mécanisation devraient être assurés par la gestion.
7. Un conseil technique solide, le drainage et le nivellement sont essentiels à la réussite d'un projet.

E. Peuplades de pasteurs et production de fourrage

1. Des expériences ont encouragé l'irrigation des prés sur lesquels les nomades pouvaient faire paître leurs troupeaux, de façon contrôlée.
   (a) On a étudié les perspectives des exploitations laitières basées sur des pâturages irrigués. Elles ne sont pas très rentables.
2. Conclusions
   (a) Les peuplades de pasteurs sontdésireuses de participer à des projets qui augmentent la stabilité de leur production.
   (b) Le projet réussira seulement s'il peut renforcer et étendre l'activité relative aux cultures de subsistence.
   (c) L'irrigation peut être une manière de "stabiliser" les nomades, si elle reconnaît qu'elle peut surmonter les difficultés économiques en produisant des pâturages irrigués ou des cultures fourragères.

III. RESSOURCES CLIMATIQUES

A. Introduction

1. Nous avons beaucoup d'information sur les caractéristiques du climat africain, même si nous sommes incertains sur ses "mécanismes" atmosphériques.
2. L'intérêt croissant montré envers l'évolution de l'agriculture a résulté en plusieurs classification nouvelles, basées sur les zones agro-climatiques qui:
   (a) délimitent les régions présentant des difficultés similaires;

(b) recherchent de nouvelles cultures;

(c) identifient des régions similaires pour le transfert de variétés locales.

3. La FAO a développé des zones agro-écologiques basées sur des techniques qui permettent de prendre en considération: bilan hydrologique, température, durée, sols et facteurs de production, pour examiner la possibilité d'ob tenir certaines denrées alimentaires de base par culture pluviale.

B. Climat, changements climatiques et agriculture -

1. La plupart des climatologues pensent que le climat africain n'a pas changé substantiellement ces siècles derniers.

2. Quand la production vivrière est instable, c'est davantage à cause de l'accroissement des populations rurales, facteur marginal pour le rendement des cultures.

C. Analyse des données climatiques

1. Trois sujets principaux font actuellement l'objet de recherches:

(a) Collecte de données typiques dans le temps et l'espace destinées à observer la variabilité de la pluviométrie.

(b) Evaluation des variations de l'environnement qui peuvent influencer la délimitation des zones agro-écologiques et les périodes de croissance.

(c) Amélioration du calcul des besoins en eau des cultures.

2. Des progrès récents sur la délimitation des zones agro-économiques ont permis une plus ample estimation des perspectives de la production pluviale agricole pluviale en Afrique.

(a) L'irrigation peut fournir de l'eau pendant une période sèche, mais il est également important de comprendre le système des heures diurnes et de la température pendant ces périodes.

(b) On a observé qu'un arrosage fréquent qui conserve à la terre une humidité presque maximale, influence considérablement les récoltes.

(i) La plupart des projets ne permettent pas cette irrigation fréquente.

(ii) Les projets sont conçus de façon à ce qu'un arrosage intermittent permette à un maximum d'agriculteurs d'utiliser l'eau quand elle est plus rare, pour éviter une baisse de rendement des récoltes.

D. Climat et cours d'eau

1. La plupart des bassins africains ont des rapports très complexes avec le climat des zones qu'ils drainent. Les bassins sont influencés par trois facteurs:
   (a) Apports d'eau (principalement les pluies mais aussi les nappes);
   (b) Les caractéristiques physiographiques de la zone de captage;
   (c) La végétation.
2. Des périmètres de drainage vastes et complexes, à bas gradient, ont mis longtemps à se créer.

IV. RESSOURCES EN EAU DE SURFACE

A. Utilité du concept de bassin en Afrique

1. Il existe 15 principaux systèmes de bassins versants en Afrique; certains d'entre eux drainent des zones très vastes, et d'un point de vue géomorphologique, ils sont très différents des cours d'eau plus nouveaux et plus petits des zones tempérées de la planète.
2. Ces bassins sont utilisés de manières très différentes.
   (a) Du point de vue local (ceux qui utilisent les différents cadres hydrologiques africains), l'inondation est considérée comme une ressource, bien que des inondations ou une sécheresse excessive puissent provoquer des pertes de récoltes vivrières.
   (b) L'eau de crue n'est pas perdue elle constitue l'élément essentiel à la production alimentaire pour une population très dense.
   (c) Le succès de l'irrigation repose sur trois facteurs: l'eau, des terres de qualité et les agriculteurs.

(d) Les études sur l'irrigation manquent surtout d'informations pédologiques et sociales qui sont les plus déficientes.

(e) La documentation hydrologique est remplie d'études sur le potentiel de l'irrigation; basées sur les quantités disponibles d'eau, elles n'ont aucune application pratique.

3. Le concept de bassin est utile à l'organisation de la coopération internationale en Afrique.

(a) Le concept occidental d'évaluation d'un bassin pour déterminer la quantité totale d'eau disponible qui devrait être répartie pour les utilisations les plus essentielles, pourrait avoir des conséquences désastreuses sur beaucoup de cours d'eau africains.

(b) Vincent propose de conserver le bassin comme élément indispensable de planification, mais insiste sur la diversité de l'environnement dans cette zone.

(c) Trop peu de barrages africains ont des objectifs multiples. Il est nécessaire d'inclure plus souvent l'élément d'irrigation. On doit penser également à l'irrigation comme ayant un impact sur les utilisations traditionnelles en aval.

B. Classification des milieux hydrologiques

1. La méthodologie hydrologique occidentale a mis en valeur les apports d'eau mais les problèmes-clés en créant les milieux hydrologiques, proviennent d'un manque de compréhension de l'aspect et de la végétation de la zone de captage.

2. Vincent classe les milieux hydrologiques africains comme suit:

(a) cours d'eau et plaines alluviales;

(b) cours d'eau et bassins de sédimentation éphémères;

(c) lacs, zones marécageuses au bord des lacs et deltas intérieurs;

(d) milieux côtiers humides et deltas;

(e) marécages;

(f) Dambos (marécages épisodiques).

C. Difficultés des études sur l'irrigation et de leur exécution

1. On a constaté à plusieurs reprises l'écart entre les bénéfices potentiels et ceux réalisés par les projets d'irrigation.

(a) Nécessité d'améliorer les calculs des besoins et des pertes pendant la répartition de l'eau.

(b) Certaines difficultés techniques les plus sérieuses proviennent d'une mauvaise analyse du sol.

(c) Absence de travaux de nivellement nécessaires; drainage inadéquat pour diminuer les coûts.

2. Une mauvaise étude initiale avant l'installation des agriculteurs, peut être aggravée par des recherches limitées sur le rendement des cultures en fonction des sols.

(a) On fait peu d'essais sur le terrain pour créer des techniques d'arrosage optimal.

3. Un autre problème-clé est la perturbation venant des changements introduits par l'irrigation,pour les agriculteurs de grandes surfaces.

(a) Le nivellement, le drainage et la construction d'un canal arrêtent souvent les cultures pendant trois à quatre ans; cependant les gouvernements assument rarement la responsabilité de ce problème.

(b) Beaucoup d'agriculteurs sont obligés d'hypothéquer leurs terres, devenant ainsi métayers.

D. Cours d'eau et plaines alluviales

1. La complexité des bassins africains a besoin de reconnaître l'importance des facteurs géomorphiques et agricoles, plutôt que l'eau tout simplement.

(a) Ce sont les sédiments et l'eau qui ont donné naissance aux vastes plaines alluviales.

(b) les zones de plaines alluviales sont aussi importantes pour la reconstitution des nappes.

2. Vincent identifie trois types de captage d'eau:

(a) Complexe--captages éloignés: population peu dense, peu d'intervention sauf pourl'énergie.

(b) Compiexe--zones peuplées: grands cours d'eau drainant les captages hydrologiquement complexes, population rurale très dense.

(c) Conventionnel -- zones peuplées: petits fleuves ou affluents suivant des cours géomorphiques plus conventionnels, population très dense le long des cours d'eau. Zones de très grande intervention, plus faible écoulement, plus faciles à régulariser.

3. Vincent critique les consultants étrangers qui utilisent des conceptes inadéquats pour la mobilisatiion des ressources en eau.

(a) La nouvelle zone irriguée ne produit généralement pas une quantité équivalente d'aliments à celle obtenue avant son installation.

(b) Vincent met en garde contre la mobilisation des ressources des cours d'eau africains.

AGRONOMIE ET IRRIGATION EN AFRIQUE SUD-SAHARIENNE

par

Donald S. Humpal

Ce document de travail fournit une synthèse et un panorama excellents sur ; aspects agronomiques de l'irrigation en Afrique. Son centre d'intérêt se situe ns un contexte plus vaste: le rôle de la technologie de l'agronomie dans l'irriga- ın plutôt que dans des pays ou projets spécifiques. Le document est divisé en ıq sections. La première présente des considérations générales sur l'eau et griculture; ladeuxième met en évidence les différentes méthodes d'irrigationet de ıinage utilisées; les sections suivantes étudient les questions agronomiques atives à la production de riz, de canne à sucre et de coton en Afrique.

.. EAU ET AGRICULTURE EN AFRIQUE - CONSIDERATIONS GENERALES

A. Hypothèses

1. On pense généralement que c'est la pluviométrie qui limite les récolte en Afrique.
2. Un récent travail de recherches par des spécialistes hollandais, indique que dans certaines régions du Sahel la fertilité du sol plutôt que l'eau est le principal facteur qui limite la productivité des cultures primaires.
   (a) L'irrigation complémentaire a doublé la production.
   (b) Des applications additionnelles d'azote et de phosphate ont presque quadruplé la production.

B. Facteurs affectant le développement de l'irrigation

1. Les conditions climatiques variables, spécialement lorsqu'elles influencent la chute des pluies, les écoulements de surface, la température et la vitesse du vent.
2. La variabilité du sol sur l'étendue du projet.
3. L'envahissement par les mauvaises herbes.
4. L'aménagement d'une zone peut attirer des invasions d'insectes nuisibles et apporter de nouveauxvirus et donc d'autres maladies.
5. Création de zones qui attirent les animaux nuisibles.
6. Problèmes de salinité inattendus ou négligés.
7. Aggravation des problèmes résultant d'une gestion centrale, d'un fonctionnement et d'un entretien déficients.

C. Irrigation contre agriculture pluviale

1. On a prétendu que de plus grands efforts devraient être consacrés à l'agriculture pluviale à cause des milliers de problèmes associés à l'irrigation.
2. Dans certaines régions d'Afrique où la régularisation des eaux a été améliorée, la production a augmenté de manière assez spectaculaire.
3. On pourrait conclure qu'en ce qui concerne l'irrigation, on devra insister particulièrement sur l'amélioration du fonctionnement et sur la stabilité de la production des projets actuels.

II. METHODES D'IRRIGATION ET POSSIBILITES DE PRODUCTION AGRICOLE

Dans cette section Humpal définit et classe l'irrigation suivant l'origine de l'eau. Les données sur les sources, les moyens utilisés pour la régularisation, les questionsde drainage et les cultures principales sont présentées sous forme de tableaux.

A. Irrigation et systèmes de drainage

1. Catégorie I Utilisation des nappes par drainage et peu de pompage
2. Catégorie II Utilisation des nappes par pompage intensif

3. Catégorie III Captage des eaux de pluie
4. Catégorie IV Captage des eaux de surface saisonnières
5. Catégorie V Approvisionnement en eau des écoulements continus, écoulement naturel
6. Catégorie VI Régularisation des barrages et réservoirs
7. Catégorie VII Mangroves côtières
8. Catégorie VIII Zones pastorales le long des cours d'eau
9. Catégorie IX Vallées intérieures et marécages
10. Catégorie X Exclusion de l'écoulement de surface.

III. AGRONOMIE DU RIZ EN AFRIQUE AU SUD DU SAHARA

A. Classification des méthodes de production de riz

1. Deux divisions principales sont généralement reconnues.
   (a) Cultures irriguées; régularisation totale des eaux.
   (b) Cultures pluviales.
2. Cette double classification ne tient pas compte des réseaux naturels d'irrigation par inondation comme dans le delta intérieur du Mali.
   (a) Ces réseaux se sont montrés plus fiables que les projets de pompage le long du Niger et du Sénégal qui ont été créés pour fournir une régularisation totale de l'eau.
3. Humpal compare les classifications des méthodes de production de riz de: l' IITA (International Institute for Tropical Agriculture -- Institut International pour l'agriculture Tropical; de l'IRAT (Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et de cultures vivrières), du WARD (West African Rice Development Association -- Association pour le Développement du Riz en Afrique Occidentale); de l'IRRI (International Rice Research Institute -- Institut International de Recherches Rizicoles), et celles de Moorman et de Van Breemen.
4. Les différences importantes entre les méthodes de riziculture en Afrique et en Asie sont les suivantes:
   (a) En Afrique, prédominance de la production pluviale dans

plus de 80% des superficies plantées de riz, comparé à une répartition plus équilibrée en Asie.

(b) Plus de 30% des plantations de riz en Afrique sont des terres sèches, comparé à 8% en Asie.

(c) On trouve une plus grande proportion de sols lessivés et altérés en Afrique.

(d) Absence de zone montagneuses en Afrique comparé à l'Asie qui maintient des écoulements continus.

(e) De nouveaux insectes, mauvaises herbe et maladies se sont répandus graduellement en Afrique.

(f) En Afrique, la technique utilisée pour les cultures de riz est beaucoup moins développée qu'en Asie.

(g) L'isolement et le manque de moyens de transport sont des problèmes plus aigus en Afrique.

(h) Les terres plates de l'environnement africain sont souvent infestées de parasites et de maladies.

(i) Il n'y a en Afrique que peu de cultures basées sur le riz.

B. Production de riz en Afrique

1. Le riz est une culture pluviale de haute terre qui se trouve presque partout en Afrique; il est arrosé par les pluies et dans des conditions de drainage naturel sauf dans les aires d'inondation des cours d'eau, dans les deltas, les vallées et les marais côtiers.

   (a) Les agriculteurs ont adapté la production à une grande variété de sites.

   (b) La moyenne des récoltes dans les principaux pays producteurs a doublé ces vingt dernière années.

   (c) Les progrès sont lents comparés à la consommation croissante résultant du rapide changement des habitudes alimentaires de la population.

2. Facteurs empêchant de satisfaire la demande:

   (a) Il manque en Afrique un programme derecherches et d'étude sur la culture du riz, basé sur une transformation majeure des méthodes de production, sur la maîtrise totale de l'eau, et sur des méthodes de gestion organisées.

(b) Les effets de la "Révolution Verte" en Asie ont rendu la production de riz africaine non-compétitive.

(c) Les changemments politiques et organisationnels ont troublé les efforts de recherche et de développement.

C. Agronomie de la production de riz

1. Cette section examine les méthodes de production de riz du point de vue de l'agronomie. On examine les méthodes de recherche pour améliorer la productivité des récoltes de riz. Celles-ci comprennent:

   (a) L'amélioration des variétés.

   (b) La gestion de l'eau

   (c) La lutte phytosanitaire

2. Des programmes de recherche et des projets de développement ont répondu a presque tout ce qui précède en utilisant une ou plusieurs de ces méthodes suivant les sites.

   (a) Importance de l'amélioration des cultures, maîtrise de l'eau et labourage dans le delta du Niger.

   (b) Importance fondamentale de l'amélioration des cultures, aménagement du sol et lutte phytosanitaire dans le bassin de la Casamance au Sénégal.

   (c) Transformation totale des méthodes d'exploitation pour la maîtrise totale de l'eau, la mécanisation, l'utilisation optimale des apports dans la zone inférieure du bassin du Sénégal, à l'Office du Niger (Mali) et à la SEMRY (Société d'Expansion de la Rizi-culture de Yagoua au Cameroun).

   (d) Aménagement de la salinité du sol, de son acidité et de sa fertilité; amélioration des cultures dans les mangroves côtières.

3. Les améliorations de variétés en Afrique sont résumées sous les titres suivants:

   (a) Riz flottant et d'eau profonde au Mali.

   (b) Riz pluvial de zones inondées.

   (c) Mangroves.

   (d) Riz irrigué de marécages peu profonds.

(e) Tolérance au stress hydrique: variété de hautes terres contre celle de basses terres.

(f) Résistance aux insectes nuisibles.

(g) Résistance à la maladie.

(h) Tolérance aux hautes et basses températures.

(i) Coordination régionale.

4. Gestion de l'eauEn Afrique, on préfère généralement la méthode d'irrigation par inondation car la contrainte de l'eau est éliminée, et le désherbage plus facile; cette méthode limite la surface irriguée, ce qui augmente la quantité d'élément nutritifs lorsque le pH est neutre. Une meilleure gestion de l'eau pour la culture du riz est beaucoup plus coûteuse et difficile à maintenir en Afrique. Depuis des années la culture du riz a une importance locale; elle dépend des grosses pluies, des inondations ou d'une topographie favorable.La maîtrise de l'eau et ses difficultés sont étudiées sous les aspects suivants:

   (a) Riz flottant.

   (b) Riz d'eau profonde.

   (c) Mangroves.

   (d) Riz d'eau peu profonde.

   (e) Irrigation entièrement contrôlée.

5. Aménagement du solL'auteur étudie les méthodes d'aménagement du sol suivant la disponibilité de l'eau et la fertilité du sol relative à la production du riz.

   (a) Aménagement du sol pendant la saison des pluies.

   (b) Contrôle de la fertilité.

6. DésherbageLes méthodes proposées sont les suivantes:

   (a) Utilisation de variétés précoces, qui fleurissent et mûrissent avant la formation des graines de "riz rouge".

   (b) Utilisation de jachères cultivées.

   (c) Rotation avec du sorgho, du maïs et du blé.

   (d) Pré-irrigation suivie de hersage.

   (e) Lavage des graines pour éliminer le riz rouge.

   (f) Rotation de plantes de fourrage vivaces.

(g) Utilisation de champs locaux et de terres en jachères pour le pâturage.

(h) Utilisation d'herbicides avec antidotes pour le riz cultivé.

7. Lutte phytosanitaireIl est évident que la plupart des maladies du riz causées par les insectes, ne sont pas bien comprises en Afrique. L'auteur suggère, à défaut d'information ue:

(a) Déterminer le début des dommages du point de vue économique.

(b) Déterminer la possibilité économique du traitement.

(c) Etablir un calendrier de traitement, basé sur les périodes vulnérables de la vie cyclique des insectes.

(d) Minimiser les risques.

IV. CANNE A SUCRE

A. Introduction

1. Humpal étudie l'origine de la production de la canne à sucre, jusqu'à son introduction en Afrique Occidentale au 15eme siècle.

2. La campagne pour la production de sucre en Afrique a été intensifiée par la Deuxième Guerre Mondiale et les investissements coloniaux, pour exploiter des sources de sucre meilleur marché.

3. Nouveaux projets sucriers importants en Afrique:

(a) Ils ont été conçus et exécutés pour remplacer les importations de sucre face à une demande croissante (Nigeria, Côte d'Ivoire).

(b) Pour obtenir des devises étrangères (Burkina-Faso, Malawi, Kenya, Zimbabwe).

(c) Pour déterminer les facteurs économiques de la production d'éthane à partir de lacanne à sucre.

4. Des points de vue historique et agronomique, la production de la canne à sucre est à grande échelle, liée étroitement à des opérations visant à éviter les pertes de saccharose après les récoltes.

B. Production irriguée et non-irriguée

1. L'irrigation et/ou les travaux de drainage sont les caractéristiques principales de beaucoup de plantations de canne à sucre.

   (a) Les récoltes de la canne à sucre et l'aménagement des culturess tendent à être plus élevés si une période fraîche et sèche permet la maturation permettant à la saccharose de s'accumuler.

   (b) Dans les régions où les périodes sèches sont bien marquées, la culture de la canne peut dépendre en partie de la pluie à des moments où sa croissance rapide est souhaitable.

2. On trouve en Afrique aussi bien la culture de la canne irriguée que non-irriguée. L'auteur examine des cas au Mozambique, en Côte d'Ivoire, au Zaire et au Niger. Il conclut:

   (a) Que l'aménagement du site et de la culture peuvent être associés de plusieurs façons pour maximiser la production de la canne à sucre.

   (b) Que la canne peut avoir atteint sa maturité un an, deux ans ou dix-huit mois avant la récolte.

   (c) Les repousses peuvent varier en nombre et en durée.

   (d) La mécanisation peut être presque totale ou utilisée de manière sélective.

   (e) Les combinaisons et permutations de l'aménagement agronomique sont nombreuses.

   (f) L'eau joue un rôle crucial pour modifier la vitesse de croissance et les temps de maturation en fonction de l'environnement et de la variété.

C. Détérioration des variétés et aménagement

1. La canne à sucre a tendance à dégénérer, c'est-à-dire que son rendement tend à diminuer sur une période de vingt ans.

2. Certaines variétés sont plus ou moins sensibles à ce phénomène suivant leur configuration génétique; les maladies bactériennes produites par les champignons (fungus) ou virales; les insectes, nématodes et les contraintes de l'environnement.

D. Lutte contre les insectes et les mauvaises herbes

1. Les termites, les larves qui attaquent les racines, insectes qui percent les tiges (térébrants) et les nématodes sont les quatre principaux fléaux qui attaquent la canne à sucre.
2. Méthodes culturales utilisées pour minimiser les problèmes:
   (a) Sélection de fragments de plante saine servant de plants.
   (b) Sélection de fragments de canne de 9 à 10 mois, servant de plants.
   (c) Traitement de Dieldrin pour protéger les plantes contre les termites, tout en réduisant la destruction des insectes utiles.
   (d) Irrigation par aspersion grâce à laquelle les larves d'insectes térébrants qui sortent sont noyées.
   (e) Récolte des premières cannes à sucre lorsqu' elles atteignent un maximum de 12 à 13 mois.
   (f) Destruction des détritus de la canne antérieure après les dernières repousses.
3. On ne rencontre en général aucun problème de désherbage pendant les premières récoltes à cause des labourages fréquents.
   (a) Pendant les cultures de repousses, l'agriculteur doit faire face à un grand problème de désherbage, spécialement après le brûlage des terres.

E. Etendue de la production de la canne à sucre et maintien à l'écart des petits exploitants des progrès techniques.

1. La canne à sucre est une culture industrielle; l'optimisation de la production, de la récolte et du broyage sont importants.
   (a) Les fluctuations des prix sur les marchés mondiaux exigent des ajustements périodiques à tous les niveaux de production.
   (b) Par conséquent, tous les grands projets ont des programmes de recherche et de développement.
2. Les petits exploitants africains sont généralement exclus de ces cercles de recherche et de développement.

(a) Variétés de plants, méthodes de cultures, utilisation des apports, techniques de maturation et de récolte, sont en retard de dix ans ou plus sur les plantations importantes.

(b) Il n'existe apparemment aucun programme en Afrique qui soit centré sur des méthodes de récoltes de la canne à sucre, ou basées sur la canne, dans le contexte d'un petit exploitant.

V. COTON

A. Introduction

1. Les récoltes de coton en Afrique représentent environ la moitié de ce qu'elles sont dans d'autres régions la raison étant que la plus grande partie des cultures n'est pas irriguée.
   (a) Exception importante: Gezireh au Soudan.
   (b) Le coton irrigué est également cultivé dans les pays suivants: Mali, Kenya, Tanzanie, Mozambique et Zimbabwe.
   (c) Le coton de "décrue" est cultivé au Tchad et à Madagascar.

B. Récoltes de coton irriguées

1. Les récoltes de coton au Soudan stagnent ou diminuent ces dix dernières années.
   (a) Les raisons citées sont: désherbage et lutte contre les insectes inadéquats, problèmes de drainage, médiocre utilisation d matériel, manque de main-d'oeuvre au moment des récoltes, médiocre gestion et découragement.
   (b) On a mentionné également une trop grande utilisation des pesticides, les politiques du gouvernementales, la gestion et le découragement.
2. La recherche à long terme sur les résoltes de coton aux Etats-Unis fait penser que les récoltes tendent à se stabiliser et à baisser malgré les aménagements réguliers de variétés plus productives.
   (a) On pense que les problèmes de la production de coton irrigué au Soudan ne seront pas résolus quand les projets d'irrigation seront remis en état et réorganisés.

(b) Les difficultés peuvent avoir augmenté lorsque Gezireh est passé d'un cycle jachère et fourrage sur huit ans, à un autre de coton-blé-cacahuète-jachère, sur quatre ans.

3. Dans de nouvelles zones on obtient de meilleures récoltes de coton.

C. Lutte phytosanitaire

1. La production est très limitée à cause des insectes, des mauvaises herbes, des maladies, de la fertilité et de l'humidité du sol.

2. De nombreux projets actuellement financés en Afrique par la BIR et le Développement et le Fonds Européen de Développement ont été lancés en insistant fortement sur une meilleure utilisation des insecticides et des herbicides.

D. Désherbage

1. Le désherbage à la main domine encore en Afrique les exigences de main-d'oeuvre sont considérables et souvent négligées dans les zones cotonnières où la priorité est donnée à la production alimentaire.

2. Une bonne préparation des terres, un herbicide préventif ou un premier désherbage mécanique ou manuel dès le début, et un second puis un troisième en temps voulu, fournira généralement une maîtrise des éléments acceptable.

(a) Aucun travail sur le désherbage biologique en Afrique n'est en cours.

E. Lutte contre les maladies

1. On trouve une grande variété de maladies en Afrique.

2. Procédés recommandés pour minimiser les maladies:

(a) Sélection de semences robustes

(b) Contrôle minutieux des épandages d'engrais azotés pour éviter d'aggraver le flétrissement.

(c) Epandages d'engrais potassiques pour éviter des carences en potassium provoquant le flétrissement.

(d) Irrigation par rotation adéquate l'irrigation.

(e) Labourage adéquat

3. Le contrôle chimique des maladies du coton est rarement économique.

F. Aménagement de la fertilité

1. Les recherches sur la fertilisation du coton irrigué produit dans des conditions de sècheresse, insistent sur les points suivants:
   (a) L'épandage d'azote à un degré approprié devrait avoir lieu dès le début de la croissance.
   (b) De grandes quantités sont nécessaires à l'approche de la floraison.
   (c) La qualité et la récolte la meilleure sont obtenues si l'azote du sol est absorbé après la maturité.
   (d) Les profondes racines du coton lui permettent de ramasser les nitrates lessivés pour former le sous-sol.
2. La fertilisation complète (NPK) est normalement faite avec des additions de bore et de sulfure pour produire un "engrais du coton".

APPENDIX B

REFERENCES

Adams, Adrian. 1981. "The Senegal River Valley," Heyer, Judith et al. (eds.) Rural Development in Tropical Africa, pp. 325-353. New York: St. Martin's Press.

Adams, W. M. and A. T. Grove (eds.). 1984. Irrigation in Tropical Africa. Cambridge African Monographs, No. 3. Cambridge, England: African Studies Centre, Cambridge University.

Ansell, A. and M. Upton. 1979. Small Scale Water Storage and Irrigation. An Economic Assessment for South West Nigeria. University of Reading Development Study No. 17. Reading, England: University of Reading.

Are, L. A. (ed.). 1975. Socio-Economic Aspects of Rice Cultivation in West Africa. Monrovia: WARDA, 216 pp.

Arnon, I. 1981. Modernization of Agriculture in Developing Countries. New York: John Wiley, 565 pp.

Auer, Peter (ed.). Energy and the Developing Nations. New York: Pergamon Press.

Barnett, Tony. 1977. The Gezira Scheme: An Illusion of Development. London: Frank Cass, 192 pp.

Barnett, Tony. 1979. "Why are Bureaucrats Slow Adopters? The Case of Water Management in the Gezira Scheme," Sociologia Ruralis, Vol. 19, No. 1.

Barnett, Tony. 1981. "Evaluating the Gezira Scheme: Black Box or Pandora's Box?", Heyer, Judith et al. (eds.) Rural Development in Tropical Africa, pp. 306-324. New York: St. Martin's Press.

Barret, E. C. and D. W. Martin. 1981. The Use of Satellite Data in Rainfall Monitoring. London: Academic Press.

Bates, Robert H. 1981. Markets and States in Tropical Africa. Berkeley: University of California Press, 178 pp.

Benedict, Peter, et al. 1982. Sudan: the Rahad Irrigation Project. AID Impact Evaluation Report No. 31. Washington, D.C.: Agency for International Development.

Bergmann, Hellmuth and Jean-Marc Boussard. 1976. Guide to

the Economic Evaluation of Irrigation Projects. Paris: OECD, 257 pp.

Berry, Leonard, Richard Ford and Richard Hosier. 1980. The Impact of Irrigation on Development: Issues for a Comprehensive Evaluation Study. AID Program Evaluation Discussion Paper No. 9. Washington, D.C.: Office of Evaluation, U.S. Agency for International Development, 70 pp.

Bingen, R. James. 1985. Food Production and Rural Development in the Sahel. Lessons from Mali's Operation Riz-Segou. Boulder, Colorado: Westview Press. 167 pp.

Blackie, M. J. (ed.). 1984. African Regional Symposium on Small Holder Irrigation. Harare: University of Zimbabwe, 437 pp.

Blackie, Malcom J., Alois Hungwe and Mandivamba Rukuni. 1984. Irrigation Development and Water Management Strategies in Kenya and Zimbabwe. Nairobi: Eastern and Southern Africa Office, Ford Foundation, 92 pp.

Brondolo, John D. 1985. "Irrigated Agriculture in the Sahel: the Donor Experience (A Review of 15 Irrigation Projects)," Cambridge, Massachusetts: John F. Kennedy School of Public Administration, Harvard University for AID (Office of the Sahel and West Africa), 38 pp.

Buddenhagen, I. W. and Persley, G. J. (eds.). 1979. Rice Development Strategies in Africa. London: Academic Press.

Carruthers, Ian D. (ed.). 1983. Aid for the Development of Irrigation. Paris: OECD, 166 pp.

Carruthers, Ian and Weir, A. 1976. "Rural Water Supplies and Irrigation Development," Heyere, J. et al. (eds.) Agricultural Development in Kenya, pp. 288-312. Nairobi: Oxford University Press.

Carter, R. C., M. K. V. Carr and M. G. Kay. 1983. "Policies and Prospects in Nigerian Irrigation," Outlook on Agriculture. Vol. 12, No. 3, pp. 73-76.

Chambers, Robert and Jon Moris. 1977. "Mwea: An Irrigated Rice Settlement in Kenya," Development Digest, Vol. 15, No. 4, pp. 75-90.

Chambers, Robert and Jon Moris (eds.). 1973. Mwea: An Irrigated Rice Settlement in Kenya. IFO-Institut Afrika-Studien, No. 83. Munich: Weltforum Verlag, 529 pp.

Clayton, E. 1983. "Monitoring an Irrigation Project: Mwea,

Kenya," Clayton, E. and F. Pétry (eds.) Monitoring Systems for Agricultural and Rural Development Projects, Vol. 2. FAO Economic and Social Development Paper 12, Rev. 1. Rome: FAO.

Club du Sahel/CILSS. 1977. Marketing, Price Policy and Storage of Food Grains in the Sahel: A Survey. Vol. I. Synthesis with Statistical Compilation and Annotated Bibliography. Vol. 2. Country Studies. Paris: CILSS/Club du Sahel.

Club du Sahel. 1982. The Recurrent Costs in the Countries of the Sahel. How to Evaluate, Finance and Control Them. Acts of the Ouagadougou Symposium, 11-15 January 1982. Paris: Club du Sahel/CILSS, 592 pp.

Cobban, E. 1983. "Monitoring a Sugar Outgrower Project: Vuvulane, Swaziland," Clayton, E. and F. Pétry (eds.), Monitoring Systems for Agricultural and Rural Development Projects, Vol. 2, pp. 58-75. FAO Economic and Social Development Paper 12, Rev. 1. Rome: FAO.

Derman, William. 1984. "USAID in the Sahel," Barker, Jonathan (ed.) The Politics of Agriculture in Tropical Africa, pp. 77-97. Beverly Hills, CA: Sage Publications.

Deutsch, Morris, et al. (eds.). 1981. Satellite Hydrology. Minneapolis: American Water Resources Association.

de Wilde, John C. et al. 1967. "Mali: The Office du Niger--An Experience with Irrigated Agriculture, Experiences with Agricultural Development in Tropical Africa, pp. 245-300. Vol. 2. Case Studies. Baltimore: John Hopkins.

de Wilde, John C. 1984. Agriculture, Marketing, and Pricing in Sub-Saharan Africa. Los Angeles, CA: African Studies Center and African Studies Association, University of California, Los Angeles, 129 pp.

Dey, Jennie. 1984. Women in Rice Farming Systems, Focus: Sub-Saharan Africa. Women in Agriculture, No. 2. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 106 pp.

Eicher, Carl. 1982. "Facing Up to Africa's Food Crisis," Foreign Affairs, Vol. 61, No. 1. (Fall), pp. 151-174.

Eicher, Carl K. and Doyle C. Baker. 1982. Research on Agricultural Development in Sub-Saharan Africa: A Critical Survey. MSU Int. Dev. Paper No. 1. East Lansing, Michigan: Dept. of Agricultural Economics, Michigan State University.

Fahim, Hussein M. 1981. Dams, People and Development: The Aswan High Dam Case. New York: Pergamon Press, 187 pp.

Falkenmark, M. and J. Lundquist (eds.). 1984. Water for All. Tema V Report, 9, 1984. Linköping, Sweden: Dept. of Water in Environment and Society, University of Linköping.

Finney, Chris. 1984. "Least-cost Analysis and the O & M Problem," Water Resources Development, Vol. 2, No. 1.

Fleuret, Patrick. 1985. "The Social Organization of Water Control in the Taita Hills, Kenya," American Ethnologist (in press).

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1983. Integrating Crops and Livestock in West Africa. FAO Animal Production and Health Paper, No. 41. Rome: FAO, 112 pp.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1985. Irrigation in Africa South of the Sahara. A Study, with Particular Reference to Food Production. Rome: FAO Investment Center, FAO (Report No. III/85 CP-SSA 2), 75 pp. plus annexes.

Fresson, Sylviane. 1978. Village Participation in Pump Irrigation Areas in the Matam Zone in Senegal. Paris: OECD, 130 pp.

Gaitskell, Arthur. 1959. Gezira. London: Faber & Faber.

Gellar, Sheldon. 1981. Planning, Management and Participatory Development Issues in Irrigation Projects: A Select Annotated Bibliography. Paris: CILSS/Club du Sahel, 64 pp.

Gilbert, E. H., D. W. Norman, and F. E. Winch. 1980. Farming Systems Research: A Critical Appraisal. MSU Rural Development Paper, No. 6. East Lansing, Michigan: Dept. of Agricultural Economics, Michigan State University.

Gray, Clive and André Martens. 1982. The Political Economy of the 'Recurrent Cost Problem' in the West African Sahel. Development Discussion Paper No. 128. Cambridge, Massachusetts: Harvard Institute for International Development.

Greenshields, Bruce L. and Margot A. Bellamy (eds.). 1983. Rural Development: Growth and Inequity. I.A.A.E. Occasional Paper No. 3. Aldershot, England: Gower Pub. Co. for the International Association of Agricultural Economists.

Haddow, Paul S. 1980. "International Influences on Sectoral Development Strategies: The Case of Rural Water Provision in Kenya," Pinfold, Tom and Glen Norcliffe (eds.) Development Planning in Kenya, pp. 157-206. Geographical Monographs, No. 9. Toronto: York University.

Harlan, Jack R. 1975. Crops and Man. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy and Crop Science Society of America, 295 pp.

Harris, David R. (ed.). 1980. Human Ecology in Savanna Environments. New York: Academic Press.

Hawksworth, D. L. (ed.). 1984. Advancing Agricultural Production in Africa. Farnham Royal, Slough, England: Commonwealth Agricultural Bureau, 454 pp.

Hazlewood, Arthur and Ian Livingston. 1982. Irrigation Economics in Poor Countries. Illustrated by the Usangu Plains of Tanzania. Oxford: Pergamon Press, 144 pp.

Hekstra, P. 1983. Prospects for Small Scale Irrigation Development in East Africa. Rome: Land and Water Development Division, FAO 67 pp.

Heyer, Judith et al. (eds.). 1981. Rural Development in Tropical Africa. New York: St. Martin's Press.

Humphreys, Charles P. and Scott R. Pearson. 1979-80. "Choice of Technique in Sahelian Rice Production," Food Research Institute Studies, Vol. 17, No. 3, pp. 235-277.

Hunting Technical Services et al. 1981. National and Shire Irrigation Study. Final National Report. Malawi: Hunting Technical Services with Sir M. MacDonald and Partners for the Ministry of Agriculture.

ICRISAT. 1980. Proceedings of the International Workshop on Socioeconomic Constraints to Development of Semi-Arid Tropical Agriculture. Patancheru, India: ICRISAT.

Independent Commission on International Humanitarian Issues. 1985. Famine: A Man-made Disaster? New York: Vintage Books, Random House, 160 pp.

International Institute of Tropical Agriculture. 1983. Annual Report for 1982. Ibadan, Nigeria: IITA.

Jackson, I. J. 1977. Climate, Water and Agriculture in the Tropics. London: Longman, 248 pp.

Jewsbury, J. M. 1984. "Small Scale Irrigation Projects and their Implications for Health," Blackie, M. J.

(ed.) African Regional Symposium on Small Holder Irrigation, pp. 41-56. Harare, Zimbabwe: University of Zimbabwe.

Joyce, Charles L. (ed.). 1978. Towards a Rational U.S. Policy on River Basin Development in the Sahel. (Proceedings of a Colloquium, March 31-April 1, 1978.) Washington, D.C.: Agency for International Development.

Kamuanga, M. 1981. "Farm Level Study of the Rice Production System at the Office du Niger in Mali: An Economic Analysis." Ph.D. dissertation, Michigan State University, East Lansing, Michigan.

Katz, Richard W. and Michael H. Glantz. 1977. "Rainfall Statistics, Droughts, and Desertification in the Sahel," Glantz, Michael H., Desertification, pp. 81-102. Boulder, CO: Westview Press.

Kay, M. G. et al. 1985. "The Prospects for Small Scale Irrigation in sub-Saharan Africa," Outlook on Agriculture, Vol. 14, No. 3, pp. 115-121.

Keller, Jack et al. 1982. Project Review for Bakel Small Irrigated Perimeters, USAID/Senegal Project No. 685-0208. WMS Report 9. Logan, Utah: Agricultural and Irrigation Engineering Dept., Utah State University, 107 pp.

Kiggundu, M. et al. 1983. "Administrative Theory and Practice in Developing Countries: A Synthesis," Administrative Science Quarterly, Vol. 28 pp. 66-84.

Kortenhorst, L. F. 1983. A Workshop on Small-Scale Irrigation in Kenya (Nairobi, 14-18 Feb., 1983). Summary Report. Wageningen, the Netherlands: International Institute for Land Reclamation and Improvement, jointly with Irrigation and Drainage Branch, Ministry of Agriculture, Republic of Kenya, 55 pp.

Kowal, J. M. and A. H. Kassam. 1978. Agricultural Ecology of Savanna: A Study of West Africa. Oxford: Oxford University Press.

Lal, R. and E. W. Russell (eds.). 1981. Tropical Agricultural Hydrology. New York: John Wiley, 482 pp.

Lateef, Noel V. 1980. Crisis in the Sahel: A Case Study in Development Cooperation. Boulder, Colorado: Westview Press, 287 pp.

Leakey, C. L. A. and J. B. Willis (eds.). 1977. Food Crops of the Lowland Tropics. London: Oxford University Press, 345 pp.

Ledger, D. C. 1969. "The Dry Season Flow Characteristics of West African Rivers," Thomas, M. F. and G. W. Whittington (eds.) Environment and Land Use in Africa, pp. 83-102. London: Methuen.

Lium, Tore and Egil Skofteland (eds.). 1983. Proceedings, Water Master Planning in Developing Countries. Oslo: Norwegian National Committee for Hydrology.

McIntire, John. 1981. Food Security in the Sahel: Variable Import Levy, Grain Reserves, and Foreign Exchange Assistance. IFPRI Research Report No. 26. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute, 70 pp.

McJunkin, F. E. 1975. Water, Engineers, Development, and Disease in the Tropics. Washington, D.C.: USAID (csd-1888).

Maiga, Mahamadou. 1976. "The Policy of Rice Import Substitution: The Case of the Senegal River Valley and Delta," African Development, Vol. 7, No. 2, pp. 44-57.

Mather, T. H. 1984. Environmental Management for Vector Control in Rice Fields. FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 41. Rome: FAO, 152 pp.

Maurya, P. R. and R. S. Sachan. 1984. "Large- and Small-Scale Irrigation Systems in Nigeria: A Comparative Study," Blackie, M. J. (ed.) African Regional Symposium on Small Holder Irrigation, pp. 273-286. Harare: University of Zimbabwe.

Miller, Richard P. 1984. "Peasant Autonomy and Irrigation: Innovation in the Senegal River Basin." Ph.D. thesis, Northwestern University, Evanston, Illinois.

Montgomery, John D. 1983. "When Local Participation Helps," Journal of Policy Analysis and Management, Vol. 3, No. 1, pp. 90-105.

Moris, Jon, Derrick Thom and Ray Norman. 1984. Prospects for Small-Scale Irrigation Development in the Sahel. Water Management Synthesis II Project Report, No. 26. Logan, Utah: Agricultural and Irrigation Engineering, Utah State University, 157 pp.

National Academy of Sciences. 1977. Resource Sensing from Space: Prospects for Developing Countries. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 203 pp.

National Academy of Sciences. 1979. Tropical Legumes: Resources for the Future. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 328 pp.

Nelson-Richards, M. 1982. Social Change and Rural Development. Intervention or Participation, a Zambian Case Study. Washington, D.C.: University Press of America, 153 pp.

Norman, David W., Emmy B. Simmons, and Henry M. Hays. 1982. Farming Systems in the Nigerian Savanna. Boulder, Colorado: Westview Press, 275 pp.

Obeid, Mohammed (ed.). 1975. Aquatic Weeds in the Sudan, with Special Reference to Water Hyacinth. Khartoum: National Council for Research jointly with National Academy of Sciences, USA.

Okigbo, B. 1984. "Improved Permanent Production Systems as an Alternative to Shifting Intermittent Cultivation," Improved Production Systems as an Alternative to Shifting Cultivation, FAO Soils Bulletin, No. 53, pp. 1-100. Rome: FAO.

O'Mara, Gerald T. 1984. Issues in the Efficient Use of Surface and Groundwater in Irrigation. World Bank Staff Working Papers, No. 707. Washington, D.C.: World Bank, 93 pp.

O.M.V.S. 1980. General Report, Part E, Social Economic Study of the Senegal River Basin. Interpretation of Results and Recommendations in the Field of Rural Development. Saint Louis, Senegal: O.M.V.S.

Over, A. Mead, Jr. 1983. On the Care and Feeding of a Gift Horse: The Recurrent Cost Problem as the Result of Biased Project Design. Africa Studies Center Working Papers, No. 69. Boston: Boston University, 32 pp.

Owen, D. F. 1973. Man's Environmental Predicament. An Introduction to Human Ecology in Tropical Africa. London: Oxford University Press.

Palmer-Jones, R. 1981. "How Not to Learn from Pilot Irrigation Projects: The Nigerian Experience," Water Supply and Management, Vol. 5, No. 1.

Patterson, William. 1984. "Village Irrigation Systems Along the Senegal River: A Comparative Analysis," Ph.D. dissertation, Cornell University, Ithaca, New York.

Pearson, Mark. 1980. Settlement of Pastoral Nomads: A Case Study of the New Halfa Irrigation Scheme in Eastern Sudan. Development Studies Occasional Paper No. 5. Norwich, England: University of East Anglia, 60 pp.

Pearson, Scott R. et al. 1981. Rice in West Africa: Policy and Economics. Stanford University Press, 482

pp.

Penning de Vries, F. W. T. 1983. "The Productivity of Sahelian Rangelands--A Summary Report," ODI Pastoral Network Paper 15 b. London: Overseas Development Institute, 31 pp.

Pereira, H. C. 1973. Land Use and Water Resources. Cambridge: Cambridge University Press, 246 pp.

Potten, David. 1984. "Irrigation in Madagascar: a Brief Review," Adams, W. M. and A. T. Grove (eds). Irrigation in Tropical Africa, pp. 14-19. Cambridge African Monographs, No. 3. Cambridge, England: African Studies Centre, Cambridge University.

Pullan, R. A. 1969. "The Soil Resources of West Africa," Thomas M. F. and G. W. Whittington (eds.) Environment and Land Use in Africa, pp. 147-191. London: Methuen.

Richards, Paul. 1985. Indigenous Agricultural Revolution. Ecology annd Food Production in West Africa. London: Hutchinson, 192 pp.

Roder, Wolf. 1965. The-Sabi Valley Irrigation Projects. Dept. of Geography Research Paper No. 99. Chicago: University of Chicago, 213 pp.

Rodier, J. 1963. "Hydrology in Africa," A Review of the Natural Resources of the African Continent, UNESCO, pp. 179-220. New York: International Documents Service, UNESCO/Columbia University Press.

Ruthenberg, Hans. 1980. Farming Systems in the Tropics. Oxford: Clarendon Press, 366 pp.

Rydzewski, J. R. 1974. Irrigation Development in Africa South of the Sahara. Southampton, England: University of Southampton.

Sagardoy, J. A. 1982. Organization, Operation and Maintenance of Irrigation Schemes. FAO Irrigation and Drainage Paper, No. 40. Rome: FAO, 166 pp.

Salem-Murdock, M. 1984. "Nubian Farmers and Arab Herders in Irrigated Agriculture in the Sudan: From Domestic to Commodity Production." Ph.D. dissertation, SUNY-Binghamton, New York.

Sandberg, Audun. 1974. The Impact of the Stiegler's Gorge Dam on Rufiji Flood Plain Agriculture. BRALUP Service Paper No. 74/2. Dar es Salaam: Bureau of Resource Assessment and Land Use Planning, University of Dar es Salaam.

Schwarz, Sabine. 1983. "Irrigation in Arid Areas--Its Limitations and its Rejection by Nomadic Pastoralists," DVWK Bulletin No. 8, Man and Technology in Irrigated Agriculture, pp. 191-211. Hamburg: Verlag Paul Parey for the German Association for Water Development and Land Improvement.

Scudder, Thayer. 1980. "African River Basin Development and Local Initiatives in Savanna Environments," Harris, David R. (ed.) Human Ecology in Savanna Environments, pp. 383-405. New York: Academic Press.

Shaner, W. W., P. F. Philipp, and W. R. Schmehl. 1982. Farming Systems Research and Development Guidelines for Developing Countries. Boulder, CO: Westview Press.

Siann, J. M. 1981. "Conflicting Interests in River Basin Planning: A Nigerian Case Study," Saha, S. and C. Barrow (eds.), River Basin Planning, pp. 215-231. Chichester, England: John Wiley.

Silsoe College. 1985. "Small-Scale Irrigation Schemes in Sub-Saharan Africa: Options Paper." Rome: DDC/FAO for International Fund for Agricultural Development, February, 46 pp.

Simmonds, Norman W. 1985. Farming Systems Research. A Review. World Bank Technical Paper No. 43. Washington, D.C.: The World Bank, 97 pp.

Singh, Shamsher. 1983. Sub-Saharan Agriculture. Synthesis and Trade Prospects. World Bank Staff Working Papers, No. 608. Washington, D.C.: The World Bank. 157 pp.

Smil, Vaclav and W. E. Knowland, (eds.). 1980. Energy in the Developing World. New York: Oxford University Press.

Steinberg, David I. et. al. 1980. Philippine Small Scale Irrigation. Project Impact Evaluation No. 4. Washington, D.C.: U.S. Agency for International Development.

Steinberg, David I. et al. 1983. Irrigation and Aid's Experience: A Consideration Based on Evaluations. A.I.D. Program Evaluation Report No. 8. Washington, D.C.: U.S. Agency for International Development, 237 pp.

Stern, Peter H. 1983. "Low Cost Pumps for the Third World," Paper 20 for the Eighth Technical Conference, Pumps--the Heart of the Matter, British Pump Manufacturers' Association (29-31 March, 1983, Cambridge), pp. 260-270.

Swaminathan, M. S. 1984. "Rice," Scientific American, Vol.

250, No. 1 (January), pp. 80-93.

Tillman, Gus. 1981. Environmentally Sound Small-Scale Water Projects. Guidelines for Planning. New York: CODEL/VITA, 142 pp.

Toksoz, Sadik. 1981. An Accelerated Irrigation and Land Reclamation Program for Kenya: Dimension and Issues. HIID Development Discussion Paper No. 114. Cambridge, Massachusetts: Harvard Institute for International Development, Harvard University, 38 pp.

Tucker, Compton J. et al. 1985. "African Land-Cover Classification Using Satellite Data," Science, Vol. 227, No. 4685 (25 January), pp. 369-375.

Tuckett, J. R. 1977. "Vuvulane Irrigated Farms, Swaziland: A Report on the First Ten Years," Agricultural Administration, Vol. 4, No. 3, pp. 79-97.

Underhill, H. W. 1984. Small-Scale Irrigation in Africa in the Context of Rural Development. Rome: FAO, 59 pp.

United Nations. 1983. Experiences in the Development and Management of International River and Lake Basins. Natural Resources/Water Series, No. 10. New York: Dept. of Technical Co-operation for Development, United Nations (ST/ESA/120), 424 pp.

United Nations Institute for Training and Research. 1982. Alternative Strategies for Desert Development and Management, Vol. 3: Water. New York: Pergamon Press.

U.S. Agency for International Development. 1976. "Water Resources," Proposals for a Long-Term Comprehensive Development Program for the Sahel, pp. 173-212. Part II. Technical Background Papers. Washington, D.C.: Agency for International Development.

U.S. Agency for International Development. 1984. Niger Irrigation Subsector Assessment. Niamey: USAID (May).

University of Gezira. 1979. Aquatic Weed Management: Integrated Control Techniques for the Gezira Irrigation Scheme. Wad Medani, Sudan: University of Gezira jointly with National Academy of Sciences, USA.

Vincent, Linden. 1984. Prospects for Irrigation Development in Hydrological Environments of Africa. A Literature Review and Annotated Bibliography. (Background Paper for African Irrigation Overview.) Norwich, England: Overseas Development Group, University of East Anglia. 150 pp.

Vink, N. 1983. Small-Scale Irrigation in Africa. Country

Notes: Upper Volta, Niger, Mali. Rome: Land and Water Development Division, FAO.

Walker, Hans H. 1984. "Problems of the Organization of Irrigation Projects. A Systems-Oriented Study of Irrigation Projects in Developing Countries," Applied Geography and Development, Vol. 23, pp. 21-45. Tübingen: Institute for Scientific Cooperation.

Wallace, Tina. 1981. "The Kano River Project Nigeria: the Impact of an Irrigation Scheme on Productivity and Welfare," Heyer, Judith, et al. (eds.), Rural Development in Tropical Africa, pp. 281-305. New York: St. Martin's Press.

Walling, D. E. et al. (eds.). 1984. Challenges in African Hydrology and Water Resources. IAHS Publication No. 144.

Waterbury, John. 1979. Hydropolitics of the Nile Valley. Syracuse, N.Y.: Syracuse University Press, 301 pp.

Wickens, G. E. and L. P. White. 1979. "Land-Use in the Southern Margins of the Sahara," Walker, B. H. (ed.), Management of Semi-Arid Ecosystems, pp. 205-242. Amsterdam: Elsevier.

Wilcock, D. A. 1978. The Political Economy of Grain Marketing and Storage in the Sahel. MSU African Rural Economy Program, Working Paper No. 24. East Lansing, Michigan: Michigan State University.

World Bank. 1981. Accelerated Development in Sub-Saharan Africa. Washington, D.C.: The World Bank, 198 pp.

World Bank. 1984. Toward Sustained Development in Sub-Saharan Africa. Washington, D.C.: The World Bank, 102 pp.

Worthington, E. Barton (ed.). 1977. Arid Land Irrigation in Developing Countries: Environmental Problems and Effects. New York: Pergamon Press.

Wright, T. L. et. al. 1982. NIGERIA. Manpower Needs and Training Requirements for Irrigation. London: The British Council, 117 pp. plus appendices.

WATER MANAGEMENT SYNTHESIS PROJECT REPORTS

WMS 1 Irrigation Projects Document Review

Executive Summary
Appendix A: The Indian Subcontinent
Appendix B: East Asia
Appendix C: Near East and Africa
Appendix D: Central and South America

WMS 2 Nepal/USAID: Irrigation Development Options and Investment Strategies for the 1980's

WMS 3 Bangladesh/USAID: Irrigation Development Options and Investment Strategies for the 1980's

WMS 4 Pakistan/USAID: Irrigation Development Options and Investment Strategies for the 1980's

WMS 5 Thailand/USAID: Irrigation Development Options and Investment Strategies for the 1980's

WMS 6 India/USAID: Irrigation Development Options and Investment Strategies for the 1980's

WMS 7 General Asian Overview

WMS 8 Command Area Development Authorities for Improved Water Management

WMS 9 Senegal/USAID: Project Review for Bakel Small Irrigated Perimeters Project No. 685-0208

WMS 10 Sri Lanka/USAID: Evaluation Review of the Water Management Project No. 383-0057

WMS 11 Sri Lanka/USAID: Irrigation Development Options and Investment Strategies for the 1980's

WMS 12 Ecuador/USAID: Irrigation Sector Review

WMS 13 Maintenance Plan for the Lam Nam Oon Irrigation System in Northeast Thailand

WMS 14 Peru/USAID: Irrigation Development Options and Investment Strategies for the 1980's

WMS 15 Diagnostic Analysis of Five Deep Tubewell Irrigation Systems in Joydebpur, Bangladesh

WMS 16 System H of the Mahaweli Development Project, Sri Lanka: 1980 Diagnostic Analysis

WMS 17 Diagnostic Analysis of Farm Irrigation Sysems on the Gambhiri Irrigation Project, Rajasthan, India: Volumes I-V

WMS 18 Diagnostic Analysis of Farm Irrigation in the Mahi-Kadana Irrigation Project, Gujarat, India

WMS 19 The Rajangana Irrigation Scheme, Sri Lanka: 1982 Diagnostic Analysis

WMS 20 System H of the Mahaweli Development Project, Sri Lanka: 1983 Diagnostic Analysis

WMS 21 Haiti/USAID: Evaluation of the Irrigation Component of the Integrated Agricultural Development Project No. 521-0078

WMS 22 Synthesis of Lessons Learned for Rapid Appraisal of Irrigation Strategies

WMS 23 Tanzania/USAID: Rapid Mini Appraisal of Irrigation Development Options and Investment Strategies

WMS 24 Tanzania/USAID: Assessment of Rift Valley Pilot Rice Project and Recommendations for Follow-On Activities

WMS 25 Interdisciplinary Diagnostic Analysis of a Work Plan for the Dahod Tank Irrigation Project, Madhya Pradesh, India

WMS 26 Prospects for Small-Scale Irrigation Development in the Sahel

WMS 27 Improving Policies and Programs for the Development of Small-Scale Irrigation Systems

WMS 28 Selected Alternatives for Irrigated Agricultural Development in Azua Valley, Dominican Republic

WMS 29 Evaluation of Project No. 519-0184 USAID/El Salvador, Office of Small-Scale Irrigation - Small Farm Irrigation Systems Project

WMS 30 Review of Irrigation Facilities, Operation and Maintenance for Jordan Valley Authority

WMS 31 Training Consultancy Report: Irrigation Management and Training Program

WMS 32 Small-Scale Development: Indonesia/USAID

WMS 33 Irrigation Systems Management Project Design Report: Sri Lanka

WMS 34 Community Participation and Local Organization for Small-Scale Irrigation

WMS 35 Irrigation Sector Strategy Review: USAID/India; with Appendices, Volumes I and II (3 volumes)

WMS 36 Irrigation Sector Assessment: USAID/Haiti

WMS 37 African Irrigation Overview: Summary, Main Report, An Annotated Bibliography (3 volumes)