

[EFFACER](#) [PAGE D'ACCUEIL](#) [AIDE](#) [PRÉFÉRENCES](#)[rechercher](#) [sujets](#) [titres a-z](#) [organisations](#) [comment](#)

Christian Castellanet

## L'IRRIGATION VILLAGEOISE

[DÉTACHER SOMMAIRE](#) [REDUIRE TEXTE](#)**L'irrigation villageoise: Gérer les petits pérимètres irrigués au Sahel. (GRET, 1992, 368 p.)**

- [\(introduction...\)](#)
- [Préface](#)
- [Introduction](#)
- [Les périmètres non gouvernementaux](#)
- [La gestion des périmètres](#)
- [Logique technicienne et logique paysanne](#)
- [Impact de l'irrigation sur l'environnement villageois](#)
- [L'irrigation et la structure sociale de la communauté](#)
- [L'économie des périmètres irrigués en zone sahélienne](#)
- [Les autres formes de maîtrise de l'eau](#)
- [Préparer un projet d'irrigation avec les agriculteurs](#)
- [Le suivi technique et la formation](#)
- [Annexes](#)
- [Liste des sigles](#)
- [Editeurs et diffuseurs des ouvrages cités](#)
- [Bibliographie](#)
- [Autres documents utilisés](#)

**L'irrigation villageoise: Gérer les petits pérимètres irrigués au Sahel. (GRET, 1992, 368 p.)****Christian Castellanet****Collection****Le point sur les technologies****GRET MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION****Cet ouvrage a pu être réalisé grâce à la collaboration de:**

**ACCT**

Agence de coopération culturelle et technique  
13 quai André Citroën 75015 Paris, Tél. 44 37 33 00

**AFVP**

Association française des volontaires du progrès  
B.P. 207 - 91311 Montlhéry, Tél. 69 01 10 95

**CTA**

Centre technique de coopération agricole et rurale  
Galvanistraat 9 Ede - B.P. 380 - 6700 AJ Wageningen - Pays-Bas  
Tél. (31) 8380 60400

**GRDR**

Groupe de recherches et de réalisations pour le développement rural  
8 rue Paul Bert 93300 Aubervilliers, Tél. 48 34 95 94

**Ministère de la Coopération et du développement**

20 rue Monsieur 75007 Paris, Tél. 47 83 10 10

**©Ministère de la Coopération et du développement**

**Groupe de recherche et d'échanges technologiques**

1992

ISBN: 2 - 86844 - 044 - 4

ISSN: 0763 - 7381

La collection "Le point sur les technologies" est copubliée par le ministère de la Coopération et du développement (République française) et le Groupe de recherche et d'échangés technologiques (GRET), association privée à but non lucratif. Les titres publiés dans cette collection sont principalement destinés aux techniciens et décideurs, mais peuvent être utiles aux scientifiques, professeurs et étudiants.

**Ouvrages parus dans la collection**

**"LE POINT SUR "**

- n°1 Les éoliennes de pompage, 1984 (1) (2)
- n°2 La transformation des fruits tropicaux, 1984 (1) (3)
- n°3 L'extraction des huiles végétales, 1984 (1)
- n°4 La construction de citernes, 1984 (1)
- n°5 Les harnais pour la traction animale, 1984 (1)

- n°6 Briques et tuiles, 1985 (1)
- n°7 Techniques d'impression à coût modéré, 1986
- n°8 Le séchage solaire des produits alimentaires, 1986 (1)
- n°9 Les mini-laiteries, 1986
- n°10 Le captage des sources, 1987 (1)
- n°11 L'apiculture en Afrique tropicale, 1987
- n°12 La maîtrise des crues dans les bas-fonds, 1988

(1) Titre épuisé

(2) Réédité (voir dans la collection "Le point sur les technologies")

(3) Fera prochainement l'objet d'une nouvelle édition

#### **Ouvrages parus dans la collection**

#### **"LE POINT SUR LES TECHNOLOGIES"**

- Du grain à la farine, 1988
- Les éoliennes de pompage. Théories, matériels et réalisations, 1989
- Danger, termites. Préserver les constructions des dégâts des termites, 1991

Ces ouvrages sont disponibles au:

GRET - 213, rue La Fayette 75010 Paris - France - Tél: (1) 40 35 13 14

Ajouter 15 F par titre pour frais de port en Europe, 20 F par titre pour port hors d'Europe, 35 F pour envoi par avion.

Je remercie tout particulièrement tous les techniciens et volontaires qui m'ont accompagné sur le terrain, et transmis leurs expériences qui constituent la base de cet ouvrage. Qu'ils appartiennent à la SAED, à la Direction régionale des Coopératives de Gao, aux services du Génie rural malien, à l'ONAHA, au projet Sensibilisation à la Fédération de Bakel, à l'AFVP OU au GRDR, leurs contributions ont été essentielles.

Je tiens également à remercier tous ceux qui ont accepté de relire et critiquer cet ouvrage, en particulier Philippe de Leener et Marc Rodriguez, dont les conseils ont été

très précieux, mais aussi François Gadelle, Georges Jay, Bernard Collignon, Jean-Pierre Martin, Philippe Lavigne Delville, Roger Bertrand, Jean-Louis Couture, Jean-Louis Schmitz, Nicolas Frelot, Olivier Gilard et bien d'autres que je ne peux citer.

Enfin, je remercie Geneviève Béziat car sa patience a permis la mise en forme progressive de ce livre, ainsi qu'Elisabeth Paquot dont les corrections en ont amélioré le style.

## Préface

Si elle veut réduire ses importations alimentaires, l'Afrique doit développer l'irrigation de ses terres pour en obtenir une production plus importante et plus régulière. Dans certains pays sahéliens, la FAO a su montrer qu'il n'existe pas d'alternative à l'irrigation: même en utilisant au maximum les semences sélectionnées, les engrains, les herbicides... les cultures pluviales ne suffisent pas pour nourrir les populations. C'est d'autant plus vrai que les habitudes alimentaires changent en faveur du riz et même du blé qui ne poussent pas sans apport d'eau.

L'irrigation s'est d'abord développée sous l'impulsion des gouvernements, sans référence aux connaissances "traditionnelles": les dalous sont pourtant répandues dans l'Aïr au Niger, les shadoufs au Tchad et à l'est du Niger. Aujourd'hui, cette approche par "en haut" a montré ses limites. La gestion administrative des périmètres est lourde et chère, et surtout elle freine les initiatives paysannes de peur de perdre ses pouvoirs.

Aussi les périmètres initiés par "en bas", qu'ils soient communautaires ou individuels, se développent le long des fleuves, autour des barrages et des forages. Leurs initiateurs, malgré leur dynamisme, ont besoin d'être aidés par des cadres formés à une autre approche des mondes paysans, plus respectueux de ses savoir-faire, de ses options, et décidés à répondre à ses besoins plutôt qu'à lui imposer des schémas inappropriés.

Ces cadres, souvent techniciens d'organisations non gouvernementales (ONG) OU du mouvement coopératif, ont de la peine à trouver une documentation adaptée. Ce livre sur les périmètres irrigués villageois comble une lacune. Il existe déjà des manuels pour construire les infrastructures d'un petit périmètre irrigué: l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a publié des bulletins, des manuels d'irrigation; le ministère de la Coopération et du développement a édité ses célèbres manuels de l'adjoint technique et de l'ingénieur des travaux ruraux. Aucun d'entre eux n'a mis l'accent sur les problèmes sociaux et économiques que posaient la création et la survie à terme des petits périmètres irrigués villageois. Pourtant, ces problèmes sont nombreux: l'irrigation bouleverse les structures familiales et villageoises, sans parler des morts dans les premiers périmètres irrigués réalisés près de Kayes au Mali par d'anciens immigrés.

Nul n'était mieux placé que le GRET pour aborder ces problèmes. Sa place au carrefour de toutes les expériences comme secrétaire du groupe "Périmètres irrigués" du réseau Recherche-Développement, son expérience dans la rédaction de manuels de vulgarisation, lui ont permis de présenter un livre pratique et utile au technicien comme à l'animateur, pour approcher le monde paysan. On saura gré à l'auteur d'avoir insisté sur l'analyse préalable des structures sociales du village avant toute proposition d'amélioration. En particulier, il a raison de montrer que plus d'encadrement et de formation ne constituent pas à eux seuls une réponse aux tensions foncières (entre propriétaires et exploitants ou entre sédentaires et nomades), sociales (entre castes, entre hommes et femmes, chefs de familles et jeunes), économiques (entre riches et pauvres)...

Il me reste à souhaiter que ce livre soit diffusé en dehors du Sahel qui lui a fourni ses exemples. L'approche méthodologique qu'il préconise est en effet valable dans bien d'autres situations: de la petite hydraulique du Maroc jusqu'au Nordeste brésilien, de la vallée du Sénégal aux hauts plateaux malgaches, les problèmes des périmètres irrigués villageois sont fondamentalement identiques, même si les réponses doivent toujours être adaptées au contexte local.

François Gadelle  
Service des Relations internationales - CEMAGREF  
Chef des services techniques au CIEH

## Introduction

Les pays du Sahel membres du CILSS (1) ont dû importer en 1987 près d'un million et demi de tonnes de céréales, soit environ 12 % de leurs besoins actuels. Ces importations sont constituées en grande partie de riz (650000 t environ) et de blé (380000t). La consommation de blé et de riz augmente plus vite que leur production, notamment à cause d'une forte demande des familles en ville.

(1) Il s'agit du Comité Inter-État contre la sécheresse au Sahel, qui comprend le Burkina Faso, le Cap Vert, la Gambie, la Guinée Bissau, le Mali, la Mauritanie, le Niger, le Sénégal et le Tchad. Les chiffres qui suivent sont tirés d'un rapport récent du CILSS: "Le développement des cultures irriguées dans le Sahel": rapport de synthèse, janvier 1990.

La croissance de la population sahélienne demeure l'une des plus fortes du monde (+ 3,1% par an entre 1979 et 1987). Dans le même temps, les surfaces cultivées en pluvial n'ont augmenté que de 0,6 % par an et les rendements semblent stagner. Dans certaines régions, on a déjà atteint la limite d'extension des zones cultivées et de densité agricole, et l'on assiste à des phénomènes d'érosion et de dégradation de l'environnement (notamment sur le plateau Mossi, au Burkina Faso et en Mauritanie). En 1985, la FAO a estimé que, d'ici l'an 2000, le Niger, la Mauritanie et le Sénégal ne pourraient plus assurer l'alimentation de leurs populations sur la base des cultures pluviales. Les potentiels cultivables du Burkina Faso et du Mali sont plus élevés et leur permettraient de "tenir" jusqu'en 2025 environ.

Les années de sécheresse récentes ont alerté l'opinion sur les risques climatiques importants qui affectent les productions pluviales et peuvent faire varier la production chaque année de façon imprévisible. L'aide alimentaire a permis de limiter les conséquences les plus graves de ces sécheresses, mais elle a aussi créé une dépendance insidieuse de certains pays qui continuent à demander et obtenir cette aide, même en année de bonne récolte, ce qui contribue à décourager et démobiliser les producteurs traditionnels.

## L'irrigation, une réponse cohérente

L'irrigation paraît donc comme une réponse logique. Elle permet d'augmenter et de stabiliser la production de base, indépendamment des variations climatiques, et de favoriser l'emploi en zones rurales.

De nombreuses terres pourraient être irriguées dans les pays du Sahel. Selon le CILSS, les superficies aménagées ne représentent que 12 % du potentiel aménageable, auquel il convient d'ajouter 13 % de surfaces irriguées sans aménagement important (décrue, bas-fond, etc) [voir le tableau des pages 12 et 13]. Ces surfaces ne sont le plus souvent cultivées qu'une fois par an, alors qu'il serait techniquement possible de réaliser deux, voire trois cultures irriguées par an, sur une bonne partie de ces aménagements.

Depuis les années 50, les pays sahéliens ont entrepris de vastes programmes d'aménagement de grands périmètres irrigués. Ils prennent la suite des premières initiatives coloniales dans ce domaine (Office du Niger au Mali, et casiers du delta du fleuve Sénégal). Une bonne partie de l'aide internationale a été orientée vers ce secteur. Ce modèle de gestion "étatique" des grands périmètres s'est révélé inadapté. Les structures étatiques chargées de l'irrigation sont quasiment toutes déficitaires. Un déficit que les subventions publiques ont longtemps permis de combler. Aujourd'hui, avec la crise des finances publiques, ce n'est plus le cas.

Du coup, les réseaux hydrauliques sont mal entretenus et se dégradent progressivement. La maîtrise de l'eau n'est alors plus assurée et les rendements baissent. Face à ce constat, les politiques nationales ont évolué progressivement à partir des années 80 (2). La gestion des périmètres, ou de sous-sections des périmètres pour les plus grands ("maille hydraulique"), a été confiée à des associations de producteurs organisées en coopératives (Niger), en groupement d'intérêt économique et groupements villageois (Sénégal), ou en "ton villageois" (Mali). L'État continue à assurer l'encadrement technique de ces périmètres, à gérer les infrastructures les plus importantes (barrages, grands canaux d'irrigation) et à appuyer la commercialisation et le crédit au niveau national. Durant cette même période, les organisations non-gouvernementales ont cherché des réponses à la sécheresse et multiplié les initiatives dans le domaine de l'irrigation. Elles ont tenté d'impliquer les populations dans les efforts d'aménagement et de mise en valeur des surfaces irriguées. Les "petits périmètres irrigués villageois" ou communautaires (jardins irrigués de femmes, etc.) se sont multipliés. Ces réalisations ont suscité de grands espoirs parmi les populations rurales, et un intérêt croissant des bailleurs de fonds qui y voyaient une alternative souple et moins coûteuse que les grands aménagements. Ces petits périmètres irrigués, suscités par des ONG ou encouragés par les pouvoirs publics, rencontrent pourtant certaines difficultés.

(2) Sur l'analyse des causes d'échec des grands périmètres et les nouvelles politiques de responsabilisation des producteurs, voir le rapport de synthèse "La réhabilitation des périmètres irrigués" du groupe Réseau Recherche-Développement.

Après quelques années de fonctionnement, un ensemble de symptômes apparaissent dans certains périmètres: un entretien insuffisant des réseaux et du matériel; des réserves financières trop faibles pour assurer le renouvellement du matériel (pompes) ou même l'approvisionnement de la campagne courante; une comptabilité mal tenue, ou absente, et une augmentation des dettes impayées; et enfin une mauvaise organisation de la commercialisation des produits du périmètre. Ces problèmes débouchent parfois sur l'abandon provisoire ou définitif de l'irrigation. À l'inverse, bon nombre de petits périmètres fonctionnent correctement depuis des années, à la satisfaction des producteurs et des services techniques.

Ce livre analyse les causes de ces différences, à partir d'une observation des réalités actuelles, et donne également un ensemble de méthodes pour améliorer la préparation et l'appui aux projets d'irrigation villageoise. Il ne constitue ni un "traité universel", ni une encyclopédie. Nous avons choisi de recueillir les informations, les idées et les questions des acteurs de terrain, souvent dispersés et isolés, de les présenter et de les organiser dans une synthèse empirique. Nous avons enquêté dans cinq pays (Sénégal, Mauritanie, Mali, Burkina Faso, Niger) pendant quatre mois, et dialogué avec les producteurs et les techniciens d'ONG qui ont accumulé une expérience importante dans l'appui aux projets "à la base": Groupe de recherche et de développement rural, Association française des volontaires du progrès, Institut de recherches et d'applications des méthodes de développement...

Nous avons centré la réflexion sur les périmètres irrigués villageois, sans écarter les autres formes non gouvernementales d'irrigation: il s'agit en effet de formes d'organisation assez répandues et présentes dans tous les pays étudiés. De plus, les problèmes d'organisation des périmètres irrigués villageois sont complexes et les analyses et observations développées dans ce livre restent valables pour d'autres formes d'organisation de l'irrigation.

Ce livre s'adresse en priorité aux techniciens nationaux ou volontaires d'ONG responsables de l'appui aux périmètres irrigués villageois. Pour répondre aux besoins de ce public, il a été nécessaire de procéder à des rappels sur certains faits de base des systèmes agricoles et sociaux africains, parfois superflus pour les techniciens locaux mais utiles aux "étrangers".

## L'IRRIGATION AU SAHEL SUPERFICIES AMÉNAGÉES ET INTENSITÉ CULTURALE (1987-89)

	Surfaces irriguées (par hectares)	Taux par rapport au potentiel	Intensité culturelle	Augmentation des superficies équipées et encadrées

	Aménagées	Totales	Potentielles	Surfaces aménagées	Total	Taux (%)	Niveau **	Intensification potentielle (ha)	Période 1979 et de 86 à 89	Annuellement	Taux
Burkina Faso	16250	21230	160000	10 %	13 %	119	75 %	50	4850	700	5 %
Cap-Vert	2780	2780	3500	79 %	79 %	112	90%	335	620	60	2%
Gambie	2650	23700	95000	2 %	24 %	72	47 %	4150	Diminution	-	-
Guinée-Bissau	400	28500	305000	Négligeable	9 %	100	50 %	400	400	-	-
Mali	138000	215000	1000000	14 %	21 %	88	59 %	85500	Réhabilitation	-	-
Mauritanie	28600	75100	260000	11 %	29 %	76	40 %	32100	9700	970	20 %
Niger	65000	77000	27000	24 %	29 %	135	80 %	21750	5200	750	7 % ***
Sénégal	46750	140000	540000	9 %	26 %	101	52 %	44000	12550	1250	3 %
Tchad	18500	102000	335000	6 %	30 %	80	69 %	6700	700	70	1,5 %
<b>TOTAL *</b>	<b>319150</b>	<b>685230</b>	<b>2968500</b>	<b>12 %</b>	<b>25 %</b>	<b>98</b>	<b>62 %</b>	<b>194985</b>	<b>34020</b>	<b>3800</b>	<b>-</b>

\* Les totaux sont approximatifs, car pour certains pays (Burkina Faso, Niger) les données n'ont pas été réactualisées en 1989.

\*\* Niveau: rapport de l'intensité culturelle actuelle à l'intensité potentielle maximale.

\*\*\* Les superficies non-encadrées (culture de contre-saison) ont montré une croissance forte durant cette période: avant 1984 - 10000 ha; 1985 - 54000 ha; 1986 - 42000 ha; depuis 1986 - 54000 ha.

Nous nous sommes attachés aux problèmes d'organisation et de gestion de l'irrigation car ils nous sont apparus cruciaux dans tous les programmes d'irrigation visités. Nous n'avons pas développé les aspects techniques de la conception des périmètres irrigués, de la conduite de l'irrigation et des techniques agricoles spécifiques des cultures irriguées. D'autres ouvrages abordent ces sujets (voir la bibliographie en fin d'ouvrage). Toutefois, en pensant au technicien de terrain isolé, dont les moyens financiers sont limités, nous avons complété ce livre par un "mémento technique" utilisable dans la pratique quotidienne, mais qui ne remplace pas une formation spécifique préalable.

## Le plan du livre

Une première grande partie analyse les problèmes (du chapitre 1 au chapitre 7). Elle propose des solutions spécifiques chaque fois que possible, mais l'objectif général est plutôt de fournir un outil d'analyse que des solutions. Cette première partie se décompose ainsi:

Chapitre 1: Présentation rapide des différents types de périmètres irrigués non gouvernementaux rencontrés au Sahel

Chapitre 2: Analyse des fonctions de gestion au sein des groupements

Chapitre 3, 4 Les relations entre l'organisation de la société rurale et le périmètre irrigué: niveau familial (chapitre 3) et villageois ou régional (chapitre 4), et 5: organisation sociale (chapitre 5). Une grille méthodologique qui synthétise ces trois chapitres conclut le chapitre 5

Chapitre 6: Analyse économique des périmètres irrigués

Chapitre 7: Les alternatives à l'irrigation: les autres méthodes de maîtrise de l'eau

La deuxième partie (chapitres 8 et 9) propose des méthodes concrètes de préparation des projets, de suivi et de formation adaptées aux périmètres irrigués villageois. Les annexes techniques constituent un mémento de base auquel peuvent se référer les techniciens. Lorsque c'était possible, nous avons établi des "grilles de comparaison de techniques" qui intègrent les aspects physiques, économiques et sociaux.

La table des matières se trouve en fin d'ouvrage.

## **Les périmètres non gouvernementaux**

Ce livre ne traite pas des périmètres irrigués encadrés par l'État ou par des sociétés publiques. Leurs difficultés de gestion sont proverbiales, et ont été largement étudiées. La plupart des responsables préconisent aujourd'hui le désengagement de l'État, l'appui à l'organisation autonome des périmètres irrigués et le transfert des responsabilités aux organisations paysannes, villageoises ou coopératives.

Le terme de "périmètres villageois" est souvent utilisé pour désigner tout périmètre irrigué géré par un groupe local.

En réalité, l'origine et la composition de ces groupes d'irrigants, et donc leurs objectifs et leur mode de fonctionnement, sont extrêmement divers. Le technicien de projet d'irrigation doit, en premier lieu, comprendre la nature et les particularités de l'organisation des irrigants. Il doit se poser deux questions essentielles: comment et à qui est attribué le périmètre villageois? Quels rôles jouent les acteurs du projet, selon quelle hiérarchie sociale?

Ce premier chapitre présente les différentes formes d'organisation de périmètres non-gouvernementaux en soulignant la spécificité de chacune. En fin de ce chapitre, comme dans les suivants, un tableau récapitule les questions qu'un technicien doit se poser quand il prépare ou accompagne un projet d'irrigation.

Dans la suite de l'ouvrage, nous analyserons les conséquences des différents types d'organisation sur le fonctionnement interne des périmètres et sur la gestion des terres et de l'eau.

## **De multiples formes d'organisation de périmètres non gouvernementaux**

Les périmètres irrigués non gouvernementaux sont très différents, aussi bien sur le plan de la taille (de 200 m<sup>2</sup> à 200 ha), de la technique (du puisard avec calebasse jusqu'à l'arrosage par aspersion), que de l'organisation. Voici, par exemple, différents types d'irrigation paysanne.

- Périmètres irrigués et groupements villageois:

Ces petits périmètres par pompage, situés sur les berges des fleuves, pour la plupart, ont été créés à l'initiative des villages eux-mêmes, sur leur terroir traditionnel, avec

l'appui des pouvoirs publics et des ONG. Leur surface est de 10 à 50 ha. Les surfaces par attributaire sont insuffisantes pour assurer seules l'équilibre vivrier à elles seules. Les périmètres irrigués villageois aménagés par la Saed au Sénégal, ou les périmètres de Tombouctou/ Gao créés dans le cadre de l'aide d'urgence contre la sécheresse constituent des exemples typiques des périmètres de cette nature.

- Périmètres "coopératifs":

Certains périmètres villageois moyens (50 à 200 ha) ont été aménagés par l'État. Celui-ci a d'abord exproprié plus ou moins autoritairement les ayants droit traditionnels, et a ensuite donné la responsabilité de la gestion du périmètre à une coopérative villageoise créée à l'occasion. L'ONAHA a ainsi mis en place au Niger des périmètres de ce type, alimentés par pompage.

- Exploitation d'un point d'eau

Les ONG ont souvent encouragé de petits groupes de villageois à exploiter collectivement un point d'eau. Le pompage est manuel, les surfaces sont très réduites (50 à 200 m par famille), et les frais restent limités. Ces groupes sont appelés "groupements villageois" parce qu'ils ont obtenu l'accord du village pour occuper un site donné, mais ils ne comprennent qu'une partie des villageois. Deux groupements de ce type peuvent cohabiter dans un même village.

### **Le poids des chefs de famille**

Les "périmètres villageois" proprement dits, réunissent les familles d'un village autour de la gestion d'un périmètre irrigué. Dans la plupart des cas, ces périmètres sont organisés selon le modèle traditionnel.

En général, ces groupements sont composés de l'ensemble des hommes mariés, chefs de famille, du village. Les "cadets" (jeunes hommes non mariés), ou les femmes, qui représentent pourtant souvent l'essentiel de la force de travail disponible, ne participent pas directement aux prises de décision; celles-ci sont prises par l'assemblée des chefs de famille dans tous les cas importants. A eux également d'élire un bureau du groupement; celui-ci comprend un président et un trésorier ainsi que d'autres membres auxquels sont assignées des tâches spécifiques (responsable du magasin par exemple, ou représentant des jeunes, qui fait la liaison entre le groupement villageois et l'association des jeunes).

Ce modèle d'organisation n'est pas unique. Certains groupements villageois associent ainsi tous les adultes productifs du village. C'est le cas, par exemple, des groupements mis en place dans les régions cotonnières, sous l'impulsion des sociétés d'encadrement. Dans d'autres cas, plusieurs groupements coexistent ou se font concurrence au sein d'un même village: on rencontre fréquemment cette situation dans les villages *mossi* du Burkina Faso.

Le terme périmètre irrigué villageois recouvre donc des réalités fort différentes. Le terme de groupements villageois n'est lui-même pas très bien défini, et correspond à des organisations très variables, selon les ethnies, l'histoire des régions et l'intervention des institutions extérieures à la société rurale. L'emploi un peu trop systématique de ce terme est souvent le reflet d'une vision idyllique et fausse du monde rural africain, où régnerait "démocratie villageoise traditionnelle" largement mythique.

### **Les associations de jeunes**

Parfois appelées foyers de jeunes, elles reposent en partie sur une organisation sociale traditionnelle. Il existe souvent une tradition de travail et d'entraide

communautaire entre les jeunes hommes avant leur mariage. Dans le delta du fleuve Sénégal, les jeunes ont réclamé la création de périmètres irrigués gérés par leurs associations. Ils cultivent plusieurs jours par semaine. Le produit est en partie redistribué entre les participants, en partie conservé pour des activités d'intérêt général ou de nouveaux investissements. Ces foyers ont créé une fédération qui les représente face aux pouvoirs publics et fournit des services aux associations de base (entretien mécanique, approvisionnement en intrants).

### **Les groupements féminins**

Les femmes disposent souvent de périmètres de petite taille sur lesquels elles pratiquent surtout du maraîchage. Parfois, elles gèrent des surfaces plus importantes et possèdent leur propre motopompe, voire même cultivent la totalité de certains aménagements rizicoles, comme à Comoé. Les groupements féminins sont également basés sur l'organisation villageoise traditionnelle. Dans le système agricole pluvial, les femmes disposent en général de leurs propres champs individuels, et elles en commercialisent librement le produit. Par contre, dans les périmètres villageois, les parcelles et leurs produits appartiennent le plus souvent au chef de famille.

Chez les Soninké, il n'existe pas de tradition de travail en commun entre les femmes, même si les pratiques d'entraide étaient fort courantes. Les femmes, marginalisées au sein des périmètres villageois contrôlés par les hommes, ont pourtant revendiqué de disposer de leur propre périmètre irrigué. Souvent moins alphabétisées, elles rencontrent davantage de difficultés de gestion, mais elles compensent ce handicap par leur dynamisme. Celui-ci se reflète d'ailleurs dans leur participation aux cours d'alphabétisation fonctionnelle.

Dans les zones où l'émigration est forte, comme par exemple dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal, les femmes assurent la majeure partie du travail agricole; il est donc compréhensible qu'elles refusent de travailler uniquement dans les périmètres "des hommes".

### Groupements pré-coopératifs, coopératives de producteurs et groupements villageois

Le terme de coopérative recouvre des réalités fort différentes. Nous l'utilisons pour désigner les formes d'organisation paysanne qui ne regroupent pas l'ensemble des familles du village. Les groupements de "jeunes colons" ont été encouragés par l'administration dans les zones pionnières. Ils regroupent des jeunes qui ont quitté leur village d'origine, soit par manque de terres disponibles, soit pour s'affranchir de la tutelle de leurs aînés; c'est une situation assez fréquente chez les Mossi par exemple.

Autre cas: d'anciens émigrés sont rentrés s'installer au pays et y ont créé des coopératives. Certaines fonctionnent selon les règles "modernes" du mouvement coopératif, et ne sont ouvertes qu'aux ex-émigrés qui ont cotisé pour démarrer l'affaire. Dans d'autres cas, les émigrés ont ouvert leurs portes aux villageois intéressés. Les animateurs de ces coopératives doivent en général négocier l'attribution de terres. Parfois ils bénéficient pour cela de l'appui des pouvoirs administratifs. Ils fonctionnent ensuite de manière largement autonome, parfois en conflit, parfois en coopération avec les structures villageoises.

### **Les coopératives d'anciens émigrés au Mali**

*Dans plusieurs villages riverains du fleuve Sénégal, entre Kayes et Bakel, des groupes d'anciens émigrés en France ont tenté leur réinsertion, en mettant eux-mêmes en valeur de nouveaux périmètres irrigués sur les terres de leurs villages d'origine. Il leur a d'abord fallu obtenir l'accord des structures traditionnelles pour disposer de la terre nécessaire. Leur initiative n'était pas très bien vue par les notables. En effet, ils menaçaient les formes d'organisation traditionnelle, car ils étaient porteurs de nouveaux modes d'organisation et de nouvelles conceptions de la production agricole, de l'argent, du savoir, etc. Dans certains cas, les émigrés durent recourir à l'appui des autorités administratives locales pour emporter la décision; dans d'autres, ils ont préféré mener de longues négociations avec le pouvoir traditionnel, avant leur retour. Elles ont duré dix ans dans le cas du village de Fegui!*

Depuis le début de l'irrigation dans les années 1970, les autorités politiques burkinabés ont cherché à briser les structures traditionnelles en organisant des volontaires, originaires de plusieurs villages, selon les principes coopératifs modernes.

L'administration créait un périmètre irrigué sous barrage et expropriait les occupants des terres. Tous les villages avoisinants étaient informés et incités à se mobiliser sur le projet. Les volontaires travaillaient à la réalisation du périmètre, sous la direction d'un agent de l'administration. Ils pouvaient ensuite se porter candidats à l'exploitation des parcelles irriguées. La surface disponible était divisée en autant de lots que de volontaires. Dans certains cas, il a fallu procéder à des tirages au sort pour éviter que les parcelles ne soient trop exiguës. Ensuite, les attributaires étaient incités à s'organiser pour élire un bureau.

Malgré la simplicité de cette procédure, de nombreux problèmes ont vu le jour: les attributaires ont continué à percevoir le périmètre comme l'affaire du gouvernement. De fait, sa gestion était très souvent assurée par un encadreur, et les conflits intervillageois se répercutaient sur le périmètre. Des actions de formation et d'alphabétisation ont alors été mises en place, pour tenter de résoudre ces problèmes.

De la même manière, des "périmètres moyens" ont été créés au Mali, chaque fois que la zone à mettre en valeur se situait à cheval sur plusieurs terroirs. Là encore, pour résoudre les conflits entre les villages, il a fallu créer des structures particulières, de type étatique ou fédératif.

### **Quand les périmètres irrigués se dotent d'organisations "fédératives"...**

Certains périmètres villageois ou coopératifs indépendants se sont fédérés au niveau régional, pour pouvoir dialoguer avec les pouvoirs publics et fournir des services à l'ensemble des groupements: entretien et réparation du matériel (motopompes, tracteurs, batteuses), approvisionnement en intrants, ou même appui à la commercialisation des produits agricoles.

Ces organisations reprennent souvent une partie des fonctions auparavant assurées par l'État, y compris la formation des agriculteurs et la vulgarisation. Elles reçoivent un appui important des ONG, au risque de devenir des organisations de distribution de la manne étrangère sans autonomie réelle. Elles constituent cependant une forme d'organisation intéressante de la paysannerie qui permet d'aborder les problèmes de développement rural au niveau régional, voire même national.

### **L'irrigation privée**

L'irrigation privée s'est fortement développée ces dernières années sous des formes très diverses.

### **Le petit maraîchage péri-urbain porte ses fruits**

Autour des villes, une partie de la production maraîchère est assurée par de nombreuses exploitations individuelles ou familiales de petite taille (0,5 ha environ), parfois équipées de motopompes à essence. Les maraîchers sont souvent regroupés en associations informelles. Ces associations négocient par exemple avec les propriétaires fonciers ou bien organisent l'achat des intrants, et notamment des semences.

### **Les petits maraîchages au Burkina Faso**

*Depuis dix ans, les petits maraîchers se sont multipliés aux abords des barrages en terre construits au Burkina Faso, dans un rayon de 100 km autour de Ouagadougou. En arrosant à la main, ils pouvaient cultiver au maximum 800 m<sup>2</sup> de tomates, oignons et aubergines. Cette production est vendue sur le*

*marché local par des commerçantes qui s'approvisionnent depuis Ouagadougou. Les rendements sont bons (20 à 30 tonnes de tomates/ha) grâce à la fumure organique, amenée en charrette. Les frais de pompage sont nuls et les maraîchers obtiennent ainsi un revenu modeste mais non négligeable, sans frais de pompage. Ils doivent fournir un travail important durant la saison sèche mais c'est une période de relatif sous-emploi agricole. Certains paysans ont même pu s'acheter des petites motopompes à essence (souvent d'occasion). Un investissement qu'ils effectuent seuls ou en groupe, dans ce cas souvent avec des membres de leur famille. Avec une motopompe, chaque producteur peut cultiver de 2000 à 3000 m<sup>2</sup>. Les frais de pompage sont élevés, mais la production augmente suffisamment pour couvrir les charges et accroître le revenu net. De plus, le travail est plus facile. (Pour une comparaison économique entre l'arrosage manuel et le pompage motorisé pour le maraîchage, voir le chapitre 6). Les paysans se sont formés sur le tas à l'entretien des motopompes. La demande est telle qu'un commerçant privé a ouvert une boutique de pièces détachées à Mogtedo (gros bourg de 3000 habitants environ).*

L'essor du maraîchage autour de Ouagadougou est impressionnant. Ce type d'irrigation privée, située en amont des barrages, s'est développé plus rapidement que les périmètres organisés par l'État, en aval des mêmes barrages. Pourtant, lorsqu'elle bénéficie d'une bonne organisation collective, ce qui est rarement le cas, cette irrigation "d'État" offre des coûts de fonctionnement inférieurs (3). Elle a eu l'avantage de servir d'exemple pour la diffusion de l'innovation technique. Elle a aussi permis de créer des circuits commerciaux dont les maraîchers ont pu bénéficier pour écouler leur production.

(3) Voir à ce sujet l'étude de cas sur le projet Sensibilisation

### **Des exploitations familiales à vocation commerciale**

Ces exploitations de taille un peu plus importante (2 à 5 ha), cultivent des produits disposant d'un marché relativement stable. Elles sont équipées de motopompes plus grosses, souvent diesel. Des exploitations de ce type produisent par exemple des tomates pour la conserverie Socas dans le Delta du fleuve Sénégal, ou bien des bananes pour le projet fruitier Flex Faso à Bobo Dioulasso.

### **Quelques exploitations capitalistes (4)**

(4) Nous employons ce terme dans son sens premier, c'est-à-dire celui d'exploitation où l'apport initial de capital en argent a une grande importance par rapport aux investissements en nature (travail familial). Il n'y a pas là de jugement de valeur.

On trouve dans cette catégorie de grandes exploitations de production de tomates, de bananes, etc. qui emploient une main-d'œuvre salariée abondante, ainsi que des grands périmètres rizicoles très mécanisés, qui louent par exemple des moissonneuses-batteuses. Ce type de périmètres se trouvent surtout sur la rive mauritanienne du fleuve Sénégal. Ces exploitations appartiennent à de gros commerçants ou à des personnes influentes. De grandes exploitations qui irriguent jusqu'à 300 ha, se développent actuellement autour des grandes villes disposant d'un aéroport international: Dakar, Bamako... Elles produisent des fruits et des légumes exportés en Europe. Ces exploitations utilisent la technique du goutte-à-goutte ou de l'aspersion par pivots.

Dans certains cas, ces exploitations sont financées par les entreprises étrangères d'exportation de produits frais vers l'Europe. Les entrepreneurs locaux et les fonctionnaires investissent aussi dans ce type d'activité. Ces grandes exploitations privées sont encore peu nombreuses. Les craintes exprimées sur les conséquences de la nouvelle législation foncière au Sénégal paraissent donc exagérées. Cependant, les conflits autour des terres irrigables ont été l'un des déclencheurs des violences récentes qui ont eu lieu en Mauritanie.

## Les périmètres non gouvernementaux

### QUESTIONS UTILES AU TECHNICIEN SUR LE TERRAIN

#### Pour préparer un projet d'irrigation:

- *Quels sont les types d'organisation d'irrigants existant dans la région?*
- *Trouve-t-on d'autres formes d'organisation collective de la production agricole, en dehors du secteur irrigué: groupes d'entraide traditionnels, groupements cotonniers, etc.?*
- *Quelles sont les formes d'organisation qui semblent les plus efficaces et durables?*
- *Existe-t-il plusieurs options pour l'organisation d'un périmètre irrigué? En avez-vous discuté avec les villageois? Avez-vous identifié les préférences individuelles des producteurs pour tel ou tel type d'organisation, noté des différences de point de vue? Si oui, à quoi semblent-elles liées?*

#### Pour appuyer un projet existant:

- *Quelle est la nature du groupe d'irrigants? Correspond-t-elle à son appellation officielle? Existe-t-il une relation familiale ou traditionnelle entre les irrigants? Tous les adultes du village, y compris les femmes, ont-ils accès au groupement?*
- *Quelles sont les relations entre le groupement et l'administration? A-t-il adopté une forme juridique reconnue? Quelles sont les rapports avec l'administration locale?*

## La gestion des périmètres

L'introduction de l'irrigation pose des problèmes nouveaux. Quelles que soient les structures de gestion des périmètres, des fonctions spécifiques doivent être assurées. L'avenir du périmètre dépend de la capacité des agriculteurs à s'organiser pour gérer ces problèmes.

La gestion d'un périmètre irrigué privé est une opération complexe. Il faut décider du plan de culture et planifier soigneusement les opérations agricoles, si l'on souhaite pratiquer plusieurs cultures successives sur une même année, en tenant compte de la main d'œuvre disponible. Il faut prévoir les besoins en eau de chaque parcelle et organiser au mieux la répartition de l'eau pour obtenir les meilleurs résultats possibles et limiter les coûts. Il faut également s'assurer du bon entretien du matériel et du réseau d'irrigation, et prévoir les stocks de pièces détachées, de carburant et d'engrais. Enfin, il faut tenir une comptabilité soigneuse afin que les coûts n'excèdent pas les dépenses. Il est également indispensable de mettre en place une programmation financière pour savoir à quel moment on aura besoin d'argent, et sous quelle forme on prépare des réserves (des "provisions") pour remplacer le matériel usé. Il faut décider d'un montant et d'une forme d'épargne, ou d'un volume et de modalités d'emprunt. Toutes ces tâches relèvent du groupe d'irrigants lorsque le périmètre est exploité en commun. Il faut alors aussi prévoir des méthodes de répartition des

terres et des systèmes de prise de décision et de sanctions efficaces. Le groupe arbitre en permanence les conflits entre l'intérêt collectif et les intérêts individuels, ce qui complique sa tâche.

Nous analysons dans ce chapitre chacune des "fonctions de gestion" qui doivent être prises en charge par les groupements. Il s'agit d'une des principales difficultés que rencontrent les groupements, par delà même les problèmes techniques qui sont, finalement, plus faciles à résoudre.

## Gérer la terre

### Le droit foncier traditionnel est complexe et vivace

La notion de "propriété privée" est étrangère au droit foncier traditionnel africain. La terre n'est pas à "vendre", puisqu'elle n'appartient pas à un individu ou à une famille. Par contre, il existe une série de droits d'usage de différents groupes ou personnes, sur une même parcelle.

Les Toucouleurs distinguent par exemple, "le droit du maître de la terre" (le représentant de la famille qui, la première, a défriché cette terre) du droit de culture (la famille qui a reçu le droit héréditaire de cultiver cette terre). Souvent, cette seconde famille doit remettre à la première un don "symbolique" appelé l'assakal qui correspond en principe à 10 % de la récolte chez les Toucouleurs.

Parfois, la famille usufruitière cède son droit de culture à une troisième famille sans terre, moyennant un métayage rempecem qui peut atteindre 50 % sur les terres productives (5) du Walo (les cultures de décrue) au Sénégal. En revanche, dans d'autres régions moins peuplées, au sud du Burkina par exemple, les prêts se font à titre gratuit. En général, le terroir de chaque famille est connu de façon assez précise.

(5) *Productives au sens de la productivité du travail, et non du rendement.*

Mais dans les zones faiblement peuplées, des surfaces importantes ne sont parfois pas clairement attribuées. Le chef de famille décide chaque année de la zone cultivée comme champ collectif, sur lequel toute la famille travaillera. Il décide aussi des parcelles cultivées en champs individuels par les cadets et les femmes. Dans certaines ethnies, les femmes héritent des champs de leur mère (6), ce qui rend plus difficile encore la délimitation de l'exploitation familiale.

(6) *Ou continuent à avoir le droit de cultiver certains champs de leur famille paternelle.*

### Conflits entre le droit traditionnel et le droit moderne

La logique foncière traditionnelle est aujourd'hui remise en cause par le possible recours à des autorités extérieures au village. Celles-ci affirment un droit foncier différent. L'administration se base sur le droit foncier public, et les autorités religieuses (Imam) se réfèrent au droit foncier islamique. Les conflits fonciers se multiplient puisque les adversaires peuvent mettre en avant des droits fonciers différents. Ils s'adresseront au chef de terre pour faire valoir le droit coutumier, à l'Imam pour faire prévaloir le droit islamique, ou bien au chef de canton pour faire respecter le droit national. Les terres en litige restent parfois en friche pendant de longues années, par exemple à Cas-Cas au Sénégal.

### L'introduction de l'irrigation bouleverse les anciens schémas

L'irrigation introduit une possibilité de culture permanente sur des terres autrefois cultivées périodiquement, en jachère ou sur brûlis. Contrairement aux systèmes de culture traditionnels, l'aménagement des zones irriguées demande d'investir du temps et de l'argent sur le foncier. Il faut réaliser des canaux et des diguettes, dessoucher, planer... La division du champ familial en champs individuels devient difficile, voire impossible, pour des raisons techniques. La nécessité d'arroser toutes les sous-parcelles en même temps entraîne des contraintes sérieuses sur le calendrier de travail. L'irrigation suppose un dessouchage intégral et donc l'élimination des grands arbres, ces "gardiens du paysage" parfois productifs. L'accord du "maître de la terre" est alors indispensable.

Enfin, l'irrigation modifie complètement l'organisation du terroir villageois. Elle donne de la valeur à des terres situées sur les bourrelets de berge, autrefois cultivées en pluvial.

### **La terre est également le domaine des éleveurs...**

La terre ne sert pas seulement aux cultivateurs. Les éleveurs ont également accès aux zones de culture après la récolte. Le bétail pâture alors les jachères et les résidus de culture, et s'abreuve aux points d'eau voisins. La création d'une zone irriguée qui limite ou empêche le passage du bétail provoque des conflits, au sein du village, entre nomades transhumants et sédentaires. Les villageois doivent clôturer les zones irriguées pour limiter les dégâts provoqués par le bétail que les éleveurs laissent "divaguer" pendant la saison sèche. C'était déjà une pratique traditionnelle dans les *falo* (cultures de décrue), mais sur des surfaces réduites.

La création d'un périmètre irrigué modifie les rapports entre groupes ou ethnies d'une même région. Qu'il s'agisse d'élevage, de chasse, de pêche, de cueillette ou de ramassage du bois, il est essentiel de prendre en compte les intérêts de tous les usagers.

### **Les risques d'occupation «sauvage» des sites favorables**

Le nombre de sites favorables à l'irrigation est limité. Familles, villages ou ethnies rivalisent pour s'approprier les terres aménageables. En Mauritanie, des conflits graves ont éclaté en 1987-88 dans la zone de Rosso, pour l'appropriation de terres non cultivées mais facilement aménageables en rizières, car situées auprès du fleuve. Certains agriculteurs, après avoir obtenu un titre d'occupation, et avant de commencer à irriguer, ont pris soin de délimiter leurs terrains par une digue faite au bulldozer, pour matérialiser leurs "droits".,

Localisés sur les meilleurs sites, à proximité du fleuve, les petits périmètres irrigués familiaux ou villageois gênent souvent l'extension des zones irriguées car ils empêchent le tracé de nouveaux canaux vers les zones plus éloignées. L'État et les collectivités territoriales s'efforcent de planifier le développement des périmètres irrigués, afin d'éviter ce type de blocage et de limiter la spéculation foncière apparue dans les zones à fort potentiel.

### **Terre «prétée» n'est pas terre vendue!**

*Voici une anecdote des plus significatives. Un infirmier en poste depuis plus de vingt ans dans un petit village des bords du fleuve Sénégal ne disposait pas de terre car sa famille vivait dans une autre région. Comme il est entreprenant, il décide dans les années 80 de réaliser un petit verger irrigué. Il obtient une portion de terre d'une des familles du village contre paiement d'une certaine somme. Il se débrouille pour trouver une petite pompe, aménage des canaux et commence à planter des arbres fruitiers, tout en cultivant quelques produits maraîchers. Après deux ans de mise en valeur, la famille qui lui avait donné la terre décide de la reprendre et coupe ses arbres. De leur point de vue, la terre ne lui a pas été "vendue" mais prêtée moyennant "un petit cadeau". Ils sont obligés d'aller au tribunal, qui laisse finalement à l'infirmier la jouissance des terres. Mais sans pouvoir y planter d'arbres! Ceci illustre bien les difficultés d'application de la loi foncière. La terre appartient au domaine national. Les occupants traditionnels en ont le droit de jouissance à*

*condition de la mettre en valeur.*

### **Le développement de l'irrigation implique une évolution du droit foncier**

Le développement de l'irrigation sur des exploitations privées, familiales ou capitalistes, se traduit par des tensions au sein du village pour le contrôle des "meilleures terres" irrigables. Le droit traditionnel paraît inadapté aux situations nouvelles créées par l'irrigation. qui investit dans un aménagement doit pouvoir s'assurer que personne ne viendra lui réclamer sa terre après coup.

Les investissements privés sont freinés par l'inadaptation du droit foncier. Aussi les États les plus concernés par l'irrigation ont-ils cherché à mettre en place un nouveau droit foncier garantissant la jouissance de la terre à ceux qui l'aménagent, après accord de l'administration (en Mauritanie par exemple) ou des représentants des communautés locales (le Conseil rural au Sénégal).

Pour encourager l'extension des aménagements, les nouvelles lois foncières de Mauritanie, et dans une moindre mesure du Sénégal, prévoient aussi que tout terrain non mis en valeur depuis plus de trois ans, puisse être attribué à un occupant prêt à l'exploiter.

Cependant, ce système soulève de nombreuses contestations. Les responsables villageois craignent d'être expropriés au profit d'étrangers et ne conçoivent pas qu'on les dépossède "de la terre de leurs ancêtres". Aussi ont-ils cherché à occuper le plus d'espace possible avec des périmètres irrigués villageois. Bien sûr, ces périmètres n'ont pas été mis en valeur avec beaucoup d'efficacité. C'est une des raisons de la sous-exploitation des périmètres villageois dans certaines régions.

### **La spécificité des périmètres collectifs**

La gestion du foncier est encore plus complexe lorsqu'il s'agit de périmètres collectifs, qu'ils soient coopératifs ou villageois: mais la solution des problèmes n'en est pas pour autant plus difficile. Il faut passer par plusieurs étapes: d'abord, obtenir un terrain; ensuite, diviser et répartir les terres entre les participants; et enfin établir des règles de mise en valeur.

### **Comment le groupe obtient-il le terrain?**

Ces aménagements sont de grande taille, 20 à 40 ha en général. Aussi couvrent-ils souvent plusieurs propriétés traditionnelles. Il faut donc que les propriétaires renoncent à leur droit d'usage. C'est assez facile quand la demande émane du village qui reste, selon la coutume, propriétaire de toutes les terres. Les conflits apparaissent lorsque les sites se situent sur des terres revendiquées par deux villages voisins. L'affaire peut aller jusqu'aux coups de fusil, comme à Sobokou au Mali en 1981. Lorsque l'État exproprie des occupants à la demande de tel ou tel groupe, les attitudes varient de l'acceptation résignée au refus ouvert, selon les rapports politiques locaux et l'histoire de la région.

### **Le casier de Bogué**

*Les négociations entre l'administration et les propriétaires fonciers traditionnels aboutissent parfois à des compromis intéressants, comme dans le cas du Casier de Bogué (décrit par Seck). Les propriétaires traditionnels des zones fertiles du walo ont accepté de céder leurs terres... aussi longtemps que le périmètre irrigué serait exploité: ce qui en dit long sur leur expérience en matière de projets d'irrigation... En échange, ils ont obtenu des surfaces dans l'aménagement proportionnelles aux surfaces qu'ils abandonnaient. Ils ont pu les répartir dans leur famille ou en faire bénéficier leurs alliés traditionnels*

*lorsque ces surfaces étaient trop vastes pour être travaillées par leur propre famille.*

### **Comment sont réparties les parcelles?**

Une fois les terrains obtenus, il s'agit de délimiter et répartir les parcelles. Le plus souvent, pour éviter le favoritisme, celles-ci ont toutes la même taille et sont tirées au sort. Par contre, le choix des ayants-droit et le découpage des parcelles varient selon les cas. Les sociétés d'intervention (7) ont longtemps divisé un périmètre en autant de parcelles que d'attributaires. Les surfaces étaient équivalentes, mais la qualité agricole et les possibilités techniques y étaient très variables. Le but était de ne pas trop morcelles les parcelles et de faciliter les tours d'eau. Mais il en résultait des inégalités, des tensions et des difficultés de fonctionnement au sein du groupement. Pour éviter ces écueils, les paysans préfèrent diviser le périmètre en zones homogènes sur le plan des sols, de l'approvisionnement en eau, et à subdiviser chaque zone entre tous les attributaires. Les Soninké de Bakel découpent même les parcelles en lanières plutôt qu'en carrés, pour que chacun dispose d'un "échantillon" des diverses zones agro-écologiques. Ces parcelles sont moins faciles à cultiver et surtout à mécaniser, mais plus homogènes.

(7) *Nous appelons Société d'intervention les grandes entreprises publiques ou mixtes créées dans la plupart des pays sahéliens pour développer l'irrigation et notamment aménager les périmètres irrigués en Mauritanie, SAED au Sénégal, API au Mali, SONADER, Office du Niger et ONAHA au Niger, etc...*

Le choix des attributaires est un autre aspect délicat de la répartition des parcelles. L'État et les sociétés d'intervention ont procédé à une répartition aussi égalitaire que possible à raison d'une parcelle par famille. Mais qu'est-ce-qu'une "famille"? Dans les périmètres où l'État a sélectionné les attributaires, les "grandes" familles influentes accaparent souvent une partie des terres, en déclarant tous les hommes comme membres de la famille, et parfois même, les absents ou les émigrés. Les paysans savent d'ailleurs très bien dresser "un rideau de fumée" devant les enquêteurs lorsque ceux-ci s'intéressent de trop près à ces problèmes.

### **L'art de manipuler les chiffres**

*Les documents du projet pilote de Ndombo Thiago, au Sénégal, indiquent 721 attributaires, pour une population totale de 3225 personnes. Chaque attributaire cultive en moyenne 0,48 ha de paddy avec un rendement moyen de 2,8 t, soit 5,8 t/ha. Les charges à payer équivalent à 0,8 t de paddy. L'attributaire moyen obtient donc un produit de 2 t par parcelle. Ceci représente en moyenne 450 kg par personne à charge, soit environ le double des besoins vivriers de base. Or, dans une autre enquête menée en 1985 chaque attributaire déclare 14 personnes à charge et un produit net insuffisant pour couvrir les besoins d'autoconsommation! Ce qui expliquerait l'endettement croissant vis-à-vis de la SAED, ou le non approvisionnement des fonds de roulement. Cet écart énorme entre les deux estimations montre que, malgré un dispositif de suivi lourd, il est difficile d'établir le bilan économique réel des unités de production. Surtout si les producteurs cherchent à justifier le non-paiement de leurs redevances.*

Dans le passé, des parcelles ont souvent été attribuées à des non-cultivateurs dans les périmètres nouvellement créés par l'État. Ce fut le cas par exemple au Burkina Faso. Les paysans, souvent endettés, hésitent à se lancer dans des pratiques nouvelles qui exigent des investissements élevés pour un résultat aléatoire; ceci d'autant plus que le régime juridique des terres irriguées n'est pas clair. Il y a donc parfois pénurie de candidats agriculteurs au moment de la création des périmètres irrigués. Mieux informés des possibilités de l'irrigation, les commerçants et fonctionnaires disposant du capital nécessaire font massivement acte de candidature. Toutefois, après quelques années de fonctionnement, la situation s'inverse, surtout lorsque les redevances sont faibles, comme au Burkina Faso. Mais il est alors trop tard pour les petits agriculteurs obligés d'attendre une hypothétique extension du périmètre...

### **Comment se fait l'accord de mise en valeur?**

Une fois les terres attribuées, le groupement établit un règlement ou un contrat qui précise les droits et devoirs des attributaires sur la parcelle qui leur a été confiée. Un ensemble de règles doit être clairement établi:

- l'attributaire occupe-t-il sa parcelle à titre provisoire ou définitif?
- pourra-t-il la transmettre à ses héritiers, la subdiviser, la prêter, la louer à d'autres personnes?
- peut-il être expulsé en cas de non respect du règlement intérieur (par exemple non paiement des cotisations)?

Tous ces points doivent faire l'objet d'un contrat clair et obtenir l'accord du groupement, du village et l'aval des autorités administratives.

### **Prévoir les conflits possibles**

*Les villageois du groupement de Forgho, au Mali, ont décidé après une longue négociation avec les pouvoirs publics de préserver les droits fonciers traditionnels tout en prévoyant une redistribution des droits d'usage, pour que la majorité ait accès à une parcelle. Ce compromis a bien fonctionné au départ, mais dès que des conflits se sont produits, rien n'était prévu pour les résoudre. L'un des propriétaires a refusé de payer ses charges. Le groupement lui a coupé l'eau après plusieurs campagnes, mais ne peut pas attribuer ces terres désormais incultes à d'autres volontaires. De même, lorsqu'un "dépendant" part sans payer ses charges, faut-il faire payer le propriétaire? Tout cela gagne à être préciser très tôt.*

Actuellement, dans les périmètres moyens qui regroupent des attributaires de plusieurs villages ou de petites villes proches, la "gestion villageoise" n'est plus possible. Ce en raison de l'apparition de phénomènes "d'accumulation" des terres par les couches les plus favorisées, celles qui disposent d'un capital ou d'un revenu régulier: les fonctionnaires, les commerçants ou les émigrés notamment.

### **Priorité aux agriculteurs**

*Exemple du périmètre "Île de Paix" à Tombouctou (analysé de façon remarquable par Paul Mathieu): malgré une stratégie officielle de priorité aux petits agriculteurs, après dix ans de culture, plus du tiers des surfaces ne sont plus exploitées en faire valoir direct. Elles sont prêtées à des agriculteurs aisés par les exploitants les plus démunis qui n'ont pas le capital nécessaire à leur mise en culture, ou encore données en métayage par des propriétaires non cultivateurs à des agriculteurs aisés. Les parcelles en location ou métayage (8) obtiennent de meilleurs rendements que les parcelles cultivées directement, car elles sont exploitées par des cultivateurs disposant de plus de capital.*

*(8) Le métayage consiste en un partage selon des termes convenus à l'avance, des charges et de la production entre "propriétaire" d'une terre et cultivateur. Par exemple, le propriétaire fournit les semences et l'engrais, le cultivateur fournit tout le travail et la production est partagée à parts égales.*

Ne serait-il pas préférable, dans une telle situation, de reconnaître l'existence du métayage puisqu'il permet une élévation du niveau de vie des petits producteurs? En tentant de l'interdire, on finit par les marginaliser. La réglementation de cette pratique permettrait de limiter les abus... Tout accord sur le droit foncier des parcelles aménagées doit être un compromis entre la nécessité de sécuriser au maximum les attributaires pour les inciter à améliorer leur parcelle, et la nécessité de sanctionner les exploitants qui ne respectent pas les décisions collectives, en particulier le paiement des charges.

L'absence d'opposition ouverte à un projet d'aménagement ne signifie pas que le jour du début des travaux un lignage ou village qui s'estime lésé n'interviendra pas de façon agressive. Les conflits débouchant sur la violence, et entraînant mort d'homme, sont nombreux. Les aménagistes et les promoteurs ont donc le devoir impérieux d'analyser minutieusement la situation foncière avant toute intervention.

Pour ne pas cristalliser les conflits latents, il faut, avant de fixer les limites d'une terre:

- reconstituer aussi loin que possible l'histoire de la terre à aménager et identifier toutes les personnes et lignages qui pourraient avoir une prérogative sur cette terre (droit d'usage, lien traditionnel ou religieux) aussi minime soit-elle en apparence;
- identifier les différents droits fonciers en présence, et les autorités ou groupes de pression qui risquent de les invoquer à leur profit;
- vérifier qu'il n'y a pas de conflit potentiel avec les usagers des terres voisines à cause de limites mal définies;
- s'assurer que la demande d'aménagement n'est pas seulement motivée par une stratégie d'occupation du terrain;
- associer à la négociation tous les groupes concernés par l'utilisation du terroir, en particulier les éleveurs et les pêcheurs même s'ils ne sont pas présents toute l'année, comme les transhumants par exemple;
- ne pas oublier que l'adage "qui ne dit mot consent" est remplacé dans les sociétés traditionnelles par "qui ne dit mot exprime son désaccord". Il faut encourager les futurs irrigants à définir le plus tôt possible, avec l'accord des autorités locales, les règles d'attribution et de mise en valeur des parcelles irriguées.

Tout projet d'irrigation doit commencer par identifier les interlocuteurs concernés par les aspects fonciers des aménagements, et situer leur rôle dans la société rurale: chefs de village, chefs de lignages, éleveurs, femmes... Il faut ensuite engager une négociation entre toutes les parties impliquées et l'organisme qui se propose d'appuyer technique ou financièrement le futur périmètre. Celle-ci doit déboucher sur un "accord contractuel" engageant les différentes parties.

L'État joue un rôle important dans ce processus de négociation contractuelle. Il peut éviter le blocage de cette négociation par des intérêts minoritaires. Il permet surtout de garantir le respect à long terme des accords. Il ne doit pas pour autant intervenir de façon trop autoritaire, au risque sinon de déresponsabiliser les paysans qui attendraient par la suite que l'État règle tous leurs problèmes. Cette démarche de préparation négociée des projets d'irrigation sera analysée plus en détail dans le chapitre 8.

## Gérer la terre

### QUESTIONS UTILES AU TECHNICIEN SUR LE TERRAIN

#### Au cours de la préparation:

- Quelles sont les limites exactes du terrain irrigable et de la zone concernée par le périmètre: zone inondable, zone de bas-fond traditionnel qui sera privée d'eau, zone endiguée, etc.? Cette zone a-t-elle été matérialisée sur le terrain, par des piquets par exemple? Ce site va-t-il bloquer d'autres activités agricoles futures: autres zones irrigables, abreuvement du bétail, etc.?
- Quelles sont les différents types de droits fonciers utilisés dans la région: droit traditionnel, droit public et administratif droit religieux...? Existe-t-il des conflits fonciers et comment se règlent-ils? Quelles sont les instances de conciliation reconnues par tous? Le métayage ou la location sont-ils pratiqués dans la région?
- Qui sont les différents ayants-droit et "prétendants" sur la zone irrigable ou affectée par le projet: cultivateurs, propriétaires des arbres, premiers défricheurs, etc.? Peut-on les identifier par une visite sur le terrain? Ou faut-il réaliser une enquête par famille au village? Connait-on des groupes d'éleveurs, pêcheurs ou chasseurs qui utilisent habituellement ce parcours? Les a-t-on consultés? Y-a-t-il eu un accord pour éviter les conflits futurs: clôture du périmètre, passages du bétail, etc.?
- Tous les ayants droit sont-ils d'accord pour réaliser le projet? Ont-ils un intérêt objectif au programme? Quelles seront les conséquences probables pour eux? Leur ont-elles été expliquées? Quel type d'accord sera passé avec le groupement d'irrigants ou la communauté à propos de la propriété des terres, de leur exploitation, etc.? Que se passera-t-il après le projet d'irrigation? Récupéreront-ils leurs terres traditionnelles?
- Quelles seront les règles d'attribution des terres? Qui décidera, en fonction de quels critères? Les anciens propriétaires auront-ils des droits particuliers? Au cas où les attributaires ne mettraient pas en valeur correctement leur parcelle, que se passera-t-il? Auront-ils le droit de prêter leur terre à d'autres, ou de la donner en métayage? Dans ce cas, qui devra payer les redevances et entretenir le périmètre? Le découpage des parcelles garantit-il à chacun des terres de même nature, avec un accès égal à l'eau?

#### Pour l'appui à des projets existants:

- Est-il possible d'identifier les droits traditionnels existants avant l'aménagement (voir ci-dessus)? A-t-on connaissance de conflits entre les ayants droit traditionnels et les occupants actuels? Tous les villageois (ou membres du groupe) disposent-ils d'une parcelle irriguée?
- Existe-t-il une liste à jour de tous les exploitants du périmètre? Si oui, correspond-t-elle à la réalité? Y-a-t-il eu une évolution depuis la première attribution? A quoi est-elle due? Connait-on des cas de prêt ou de transfert de parcelle? Quelles en sont les raisons? Les paysans se montrent-ils réticents à répondre aux questions sur ce sujet? Cette réticence est-elle liée à des contradictions entre leurs pratiques et le règlement du groupement? Ce règlement a-t-il été réellement discuté et compris par les membres ou a-t-il été proposé par l'administration et accepté sans discussion? Est-il possible de faire évoluer le règlement, en fonction des pratiques habituelles des paysans, plutôt que d'essayer de le leur faire respecter à tout prix?

## Gérer l'eau

La gestion de l'eau, c'est l'organisation mise en place pour mobiliser et gérer la distribution de l'eau jusqu'à la parcelle à irriguer. Cela implique un ensemble de

décisions et d'activités:

- estimation de la ressource (réserves, pérennité);
- délimitation éventuelle de la surface irrigable;
- décision de prélèvement et fourniture d'eau en tête du périmètre (par pompage ou ouverture de la vanne principale);
- mise au point d'une réglementation de la distribution de l'eau;
- choix des parcelles à irriguer, des débits et doses à appliquer en fonction des besoins estimés et des règles choisies et information des irrigants;
- ouverture des vannes correspondantes sur le réseau des canaux;
- contrôle des quantités reçues et de leur bonne utilisation afin d'éviter tout gaspillage;
- drainage lorsque des vannes ou des pompes permettent de régler le niveau de l'eau dans les drains.

### **La rentabilité dépend d'une bonne gestion de l'eau**

Une irrigation efficace se traduit par de meilleurs rendements, des charges de pompage plus faibles, ou des surfaces irrigables plus importantes en cas d'irrigation gravitaire (9). Le résultat économique du périmètre est donc fortement lié à la qualité de la gestion de l'eau. La gestion de l'eau est l'une des fonctions d'organisation primordiales du périmètre, car elle conditionne:

- l'efficience de la distribution, c'est à dire le rapport entre la quantité d'eau totale apportée en tête de réseau, et la quantité effectivement reçue dans les parcelles;
- l'efficience globale de l'irrigation, c'est-à-dire le rapport entre la quantité d'eau totale apportée et les besoins effectifs des cultures. Il ne suffit pas de s'assurer que toute l'eau distribuée arrive dans les parcelles, il faut aussi vérifier qu'on irrigue une parcelle quand elle en a réellement besoin, et à dose raisonnable;
- l'équité de la distribution, c'est-à-dire le fait que toutes les parcelles reçoivent les quantités d'eau nécessaires, ou qu'en cas de pénurie, celle-ci affecte également tous les exploitants.

(9) *Le CIEH a observé que l'amélioration de l'efficience de l'irrigation a permis de conserver les mêmes surfaces au cours des années de sécheresse récentes, alors que les ressources en eau avaient fortement diminué.*

Une distribution équitable de l'eau limite les conflits et les blocages internes dans le groupe d'irrigants et permet d'éviter le vol d'eau. Celui-ci se traduit généralement par la dégradation du réseau: brèches, vannes cassées, etc. Cependant, cette équité a un coût qu'il faut connaître. Il faut, par exemple, apporter plus d'eau dans les

parcelles les plus sableuses. Ce coût risque de provoquer une baisse de l'efficience globale de l'irrigation.

### **Entre la logique individuelle et l'intérêt collectif**

La logique individuelle de l'irrigant l'amène souvent à gaspiller l'eau. Les attributaires ont tendance à "profiter" au maximum de l'eau disponible, et à en apporter plus que nécessaire; ceci pour toute une série de raisons:

- c'est une stratégie anti-risque. On ne sait jamais si la pompe ne va pas tomber en panne, ou si le tour d'eau ne va pas être allongé à la suite d'un contrôle insuffisant du groupe. On prend donc plus d'eau que nécessaire. La première conséquence est une augmentation des pertes latérales et par percolation;
- une préparation sommaire des parcelles, un mauvais planage et billonnage font augmenter les besoins en eau. Les irrigants sont alors parfois amenés à drainer la parcelle en fin d'irrigation pour vider les zones basses qui risqueraient de souffrir d'hydromorphie (excès d'eau).
- au niveau de chaque individu, le fait de disposer de beaucoup d'eau sans payer plus que le voisin permet de consacrer moins de temps à la préparation des parcelles. Le temps gagné peut alors être consacré à d'autres activités économiques ou sociales.

### **Les parcelles cultivées ont des besoins variables en eau**

Les besoins en eau des différentes parcelles dépendent du climat, de la nature des sols (voir en annexe les méthodes de calcul des besoins) mais également du type de cultures et de leur stade végétatif. Pour la riziculture par exemple, une parcelle sableuse consomme cinq fois plus d'eau qu'une parcelle argileuse. Enfin, ces besoins dépendent aussi de l'efficience de la dernière irrigation de la parcelle (voir en annexe les aspects techniques). Si elle a été irrégulière, certaines parties manquent d'eau avant les autres.

Il est donc difficile sur le plan pratique de prévoir les besoins "objectifs" de telle ou telle parcelle. Et il est illusoire de vouloir imposer une dose moyenne d'irrigation égale pour tous. C'est pourtant une pratique courante des ingénieurs. Lors de la préparation des projets d'irrigation ils calculent le besoin d'une "culture moyenne" entre deux irrigations, lui appliquent des coefficients d'efficience standard, et déterminent alors la dose d'irrigation, c'est-à-dire le m<sup>3</sup> d'eau par ha que chaque parcelle doit recevoir. Parfois trop importante, parfois insuffisante, cette dose moyenne est rarement adaptée. C'est une logique de calcul que les paysans admettent mal et ils n'acceptent jamais ce type de répartition rigide (10).

### **L'eau est presque toujours limitée**

Dans la plupart des cas, la ressource en eau est limitée: par le débit de la pompe ou du canal d'amenée, ou bien par le volume de la réserve elle-même dans le cas des petits barrages. Il faut donc choisir entre l'optimum économique et la limitation des risques. En d'autres termes, il faut choisir entre le fait d'irriguer un maximum de surface et risquer des pénuries d'eau régulières ou bien de limiter les surfaces pour que les risques de pénurie soient très faibles.

(10) *Comme le disait ce paysan à un expert en irrigation à Ceylan: "je ne veux pas des m<sup>3</sup>/s, je veux de l'eau!" (Cité par Horst).*

Lorsqu'ils peuvent étendre leur surface irriguée, les paysans ajoutent de nouvelles parcelles en contrebas du périmètre d'origine. Ils procèdent par extensions "sauvages". Tôt ou tard, il devient nécessaire de gérer la pénurie. Il est donc essentiel d'établir dès le départ une règle précise: la pénurie est également répartie entre

tous, ou au contraire les extensions ne sont pas prises en compte lorsque l'eau devient rare. Cette dernière solution est souvent bien acceptée, car elle fonctionne selon le principe du "droit d'antériorité" souvent appliqué en milieu rural africain.

### **Différentes méthodes de distribution de l'eau**

Il existe deux grands modes de distribution de l'eau: la distribution *à la demande*, où l'eau est disponible en permanence pour toutes les parcelles; ou bien la distribution *par tour d'eau*.

La distribution *par tour d'eau* est la méthode la plus courante sur les petits périmètres d'Afrique soudano-sahélienne. Elle demande en effet des investissements moindres, une gestion moins sophistiquée, et s'adapte mieux aux différentes sources d'eau existantes.

L'arrosage manuel est surtout pratiqué dans les jardins maraîchers féminins. Les femmes arrosent en même temps chaque jour, et parfois même matin et soir. Cette pratique n'a aucun intérêt agricole: même dans un sol très sableux, un arrosage tous les quatre jours suffit, du moins pour des plantes déjà développées. Mais le fait d'effectuer plusieurs petits arrosages plutôt qu'un gros, diminue la pénibilité et la durée de l'arrosage.

Le temps de présence au jardin est aussi un événement social, un moment de rencontre entre des femmes qui sont souvent très prises par les tâches domestiques et ne peuvent s'absenter trop longtemps de la concession. Enfin, l'organisation d'un tour d'eau demanderait un contrôle difficile à organiser.

### **La répartition de l'eau: des responsabilités partagées**

Pour éviter le gaspillage et les contestations sur la gestion de l'eau, une chaîne de décisions assez complexe doit pouvoir être mise en place. On peut imaginer plusieurs situations.

L'eau est "facturée" individuellement à chaque producteur. Une solution qui est techniquement rarement possible. Comment mettre un compteur sur chaque parcelle dans un système gravitaire? Des solutions simples sont parfois utilisées. Dans les oasis, les paysans mesurent les quantités d'eau en nombre de bassins remplis par irrigation. Lorsque le débit fourni à la parcelle est à peu près constant, les paysans s'organisent pour noter la durée d'irrigation de chacun et estimer ainsi les consommations individuelles. Ce type de pratique existe par exemple au Niger. Un responsable technique indépendant est nommé par le groupe afin de contrôler l'usage de l'eau, selon des normes qui sont souvent largement subjectives. A moins de posséder une volonté de fer et une forte autorité, ce type de responsable cède souvent aux pressions individuelles.

Le pouvoir sur l'eau est réparti à plusieurs niveaux, afin de partager les responsabilités. Un responsable de groupe "tertiaire" assure la répartition de l'eau de l'arroseur (canal tertiaire) entre les membres du groupe et informe le pompiste ou le responsable de la vanne de la fin de l'arrosage. Le responsable de l'eau au niveau du périmètre veille à la bonne répartition des tours d'eau entre les tertiaires et contrôle les abus éventuels. Enfin, le responsable de l'alimentation en eau, pompiste ou "aiguadier" (11), démarre et arrête le pompage, aux heures indiquées par le responsable de l'eau, et règle le débit pour éviter le débordement des canaux. Parfois, ces deux dernières responsabilités sont confiées à la même personne.

(11) *Aiguadier: c'est le responsable de la répartition de l'eau nommé par le groupe ou l'administration.*

Cette dernière solution semble la meilleure, lorsqu'elle est effectivement appliquée. Elle suppose cependant que les chefs de tertiaires et l'aiguadier disposent de

l'autorité nécessaire pour régler les conflits et empêcher les abus. Pour cela, ils doivent disposer d'une réelle légitimité.

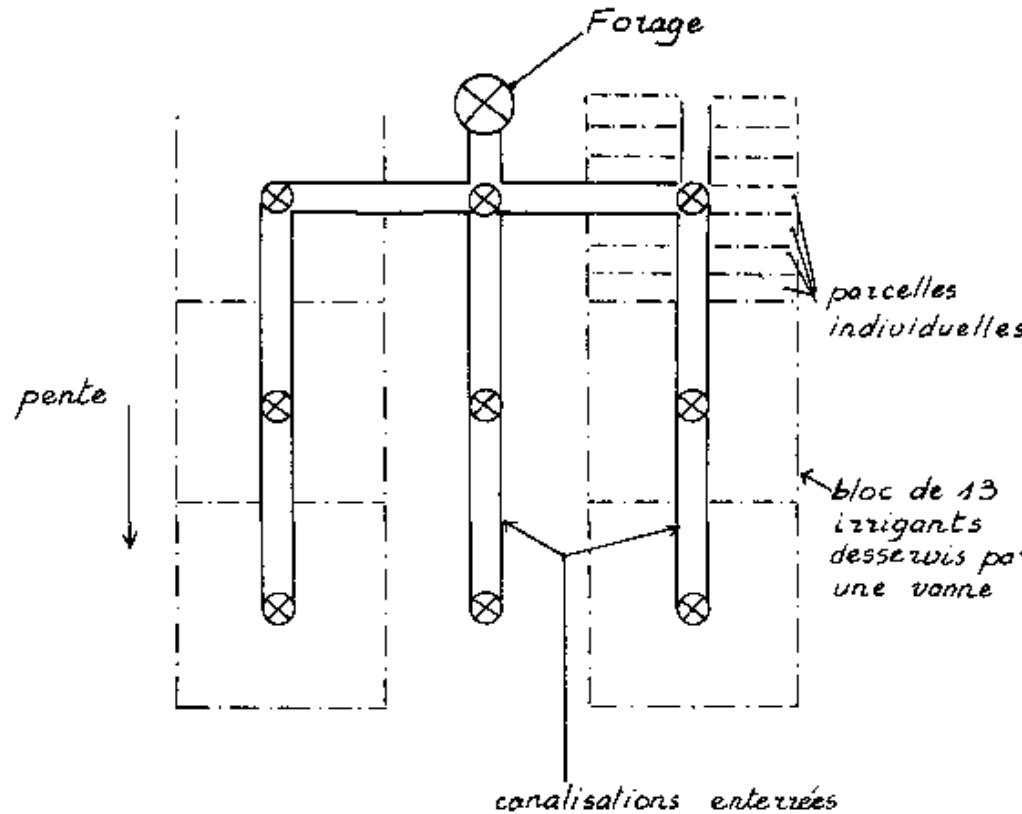
### **Adapter le réseau d'irrigation au type de distribution**

Les irrigants doivent choisir le mode d'organisation et de gestion de l'eau avant l'aménagement du périmètre, car le plan du réseau hydraulique en dépend. Si les agriculteurs optent pour une organisation proche du fonctionnement social traditionnel, il faut prévoir autant de tertiaires que de groupes de base. Les surfaces desservies doivent être différentes, selon l'importance des groupes. Les terres irrigables étant rarement homogènes, il est indispensable d'associer les intéressés à l'implantation du réseau.

### **Qu'arrive-t-il lorsque le tour d'eau est rigide et prévu à l'avance?**

Chaque exploitant est censé recevoir une main-d'eau précise pendant une durée fixe et à intervalles réguliers. Si le tour d'eau est par exemple organisé sur sept jours entre 70 parcelles, l'exploitant dispose d'un débit de 20 litres/seconde, entre 8 h et 12 h chaque mardi matin. Ou plus exactement, il partage avec quatre collègues 100 l/s à répartir entre leurs cinq parcelles. Un tel système impose un calendrier rigide, et ne permet pas d'adapter les quantités fournies, aux besoins des différentes parcelles. De plus, un producteur absent, lors de son tour d'eau, pour une raison de "force majeure", essaiera souvent de "faire appel" pour obtenir le droit d'arroser avant son prochain tour, ce qui risque de désorganiser le tour d'eau.

Les besoins en eau varient selon le type de sol, le stade de la culture et le climat (voir note technique à ce sujet). Aussi ce système peut-il être pratiqué avec davantage de souplesse, en faisant varier la durée de la fourniture de l'eau au cours de chaque demi-journée réservée. On peut ainsi par exemple fournir l'eau de 8 h à 11 h en période de faibles besoins et de 7 h à 12 h en période de besoins élevés. Ce système permet d'adapter la dose aux évolutions des besoins liées au climat et au stade des cultures, mais il ne permet pas de l'adapter aux variations des besoins d'une parcelle à l'autre, à un moment donné. C'est sans doute pourquoi il est rare de voir ce système en Afrique (voir néanmoins l'exemple de Saokom).



L'organisation du tour d'eau à Saokom, dans la région de Mbour au Sénégal

Ce petit périmètre de 9 ha, exploité par 101 adhérents en 1989, a été aménagé en aval d'un forage. L'eau pompée coûtait cher. L'ONG initiatrice du projet a donc cherché à minimiser les pertes en eau. Elle a organisé un réseau de canalisations desservant des groupes de treize parcelles de 900 m<sup>2</sup> chacune (1,2 ha environ).

Afin de répartir l'eau également entre chaque attributaire, le groupement a décidé d'organiser un tour d'eau strict. Chaque adhérent dispose du tiers du débit total de la pompe (10 l/s environ) pendant une heure, à distribuer sur 600 m<sup>2</sup> cultivés. Chaque adhérent doit organiser une rotation sur sa parcelle avec un tiers de gombo pour l'exportation, un tiers de tomates, un tiers de jachère), soit une dose unitaire de 20 mm environ. A raison de 10 h/jour, le tour d'eau dure donc trois jours et demi. Celui qui rate son tour doit attendre le prochain cycle. Ce système fonctionne bien. Mais les agriculteurs ont constaté que le débit variait, selon la distance de la vanne au forage et la pente du tuyau et aussi selon la durée du pompage. En fin de journée, le rabattement de la nappe provoque une diminution du débit. Ils cherchent donc des solutions qui assurent une répartition totalement équitable de l'eau.

### Des parcelles tirées au sort ou une répartition "traditionnelle"

Certains périmètres irrigués villageois se sont organisés selon le mode traditionnel, par lignage ou par quartier. Un tertiaire dessert un ensemble de parcelles appartenant aux membres de la même famille ou du même quartier. Ceux-ci se placent naturellement sous l'autorité du chef de famille. L'eau est répartie entre les différents tertiaires, et donc lignages, sous l'autorité "naturelle" du chef de village ou d'un chef de famille désigné parmi les anciens. Là où il est cohérent avec l'Organisation sociale villageoise, ce système est assez efficace. Mais il contribue à renforcer le pouvoir traditionnel, et par là-même, une certaine forme d'inégalité sociale (12).

(12) *Il serait cependant intéressant d'analyser en termes économiques s'il ne vaut pas mieux consacrer 10 % de la production en dons à la chefferie traditionnelle plutôt que d'employer des techniciens et encadreurs salariés (dont L'autorité n'est jamais sans partage) dans la gestion de projets collectifs.*

Quand les parcelles sont attribuées par tirage au sort, il faut nommer des responsables selon des procédures démocratiques. Ils sont alors désignés par les attributaires, selon des critères nouveaux par rapport à la tradition.

Si l'on retient les modes traditionnels d'autorité et qu'on désigne par exemple le plus âgé, des conflits risquent alors d'apparaître entre les critères traditionnels comme l'appartenance à une caste, et les critères modernes, c'est-à-dire la capacité à prendre des décisions, le degré d'éducation, etc. Lorsque les attributaires proviennent de villages ou d'ethnies différents, il devient difficile de nommer des responsables reconnus par tous et légitimes dans leur autorité. Il peut alors être utile de former les attributaires aux règles coopératives, ou de faire appuyer moralement et légalement les nouveaux responsables par une autorité extérieure, l'administration en général. Dans les deux cas, on bouleverse la culture traditionnelle, et il faut faire attention que cette mutation de la société, indispensable au bon fonctionnement des nouvelles instances peut prendre beaucoup de temps.

Les périmètres de colonisation, dans des zones peu denses, ont fait appel à des jeunes migrants originaires d'autres zones. On a pu croire qu'il serait plus facile d'arriver à un consensus sur de nouvelles règles d'organisation avec un groupe très homogène et très motivé, comme les jeunes "cadets" n'ayant pas de terres ailleurs. En réalité, de nouvelles hiérarchies calquées sur les anciennes se sont créées à l'intérieur des périmètres. Elles étaient même plus fortes, car le pouvoir sur l'eau, la terre, l'accès au crédit et aux intrants était centralisé.

### Adaptation de la taille des canaux et de la pompe (ou de la prise d'eau) au mode de gestion

On calcule parfois les besoins du périmètre de manière trop optimiste, c'est-à-dire en supposant que la distribution de l'eau sera parfaite, que l'efficience de l'irrigation sera bonne, que les pertes par percolation seront minimales, qu'une partie seulement sera cultivée en riz, etc. Résultat: on aboutit à des débits trop faibles pour assurer les besoins du périmètre au moment des pointes. Du coup, le tour d'eau s'allonge. Chacun prend l'eau pendant plus longtemps dans sa parcelle et ce, d'autant plus qu'il prévoit la pénurie prochaine. On met donc 20 cm de lame d'eau dans la rizière au lieu des 10 qui suffisent normalement, et l'intervalle entre chaque irrigation s'accroît démesurément (passant parfois de cinq à vingt jours) au détriment de tous.

L'attitude des irrigants aggrave beaucoup la pénurie d'eau provoquée par la capacité insuffisante du réseau. L'annonce d'une rupture provisoire d'approvisionnement en sucre ou en essence provoque le même type de phénomène: chacun court faire des réserves, le dernier à réagir se retrouve sans rien et la pénurie devient générale.

Pour éviter ce genre de problème, il semble prudent de dimensionner largement les réseaux et prises d'eau. Il vaut mieux établir ses normes sur la base d'une étude des périmètres de la région que sur des paramètres standard souvent inadaptés. Il faut prévoir des marges de sécurité suffisantes pour pouvoir faire face à des pannes ou des

évolutions possibles du plan de culture. Le coût des investissements est plus élevé, mais en contrepartie, l'efficacité est plus importante et le réseau mieux entretenu.

### **Prendre en compte l'hétérogénéité de sols et l'évolution possible de l'assolement**

Certains types d'erreur sont assez fréquents. Par exemple, les ingénieurs prévoient souvent, à partir de considérations technico-économiques justifiées, du maïs et du sorgho, cultures peu exigeantes en eau, sur une partie des périmètres rizicoles. Or, les paysans font évoluer l'assolement en fonction de critères économiques peu prévisibles. Cela dépendra des variations de prix ou de problèmes de commercialisation, par exemple.

Si la distribution des parcelles a été faite au hasard, celui qui dispose d'une parcelle "maïs" se réjouira à payer les frais d'arrosage du riz de ses voisins. Il abandonnera le périmètre ou décidera de cultiver du riz lui aussi, même pour des résultats médiocres. A Ouedbila, au Burkina, tous les attributaires ont ainsi voulu produire du riz, sur un périmètre prévu pour le maïs et le maraîchage, avec des rendements désastreux. Il est donc essentiel d'observer les pratiques et les préférences des paysans dans les périmètres voisins et d'associer les paysans à l'établissement du plan de production. Et il faut prévoir l'irrigation "au plus large" si le moindre doute subsiste; c'est-à-dire en pratique se référer aux besoins en eau de la culture du riz. Certains aménagements dont la consommation d'eau risque d'être excessive peuvent alors être écartés.

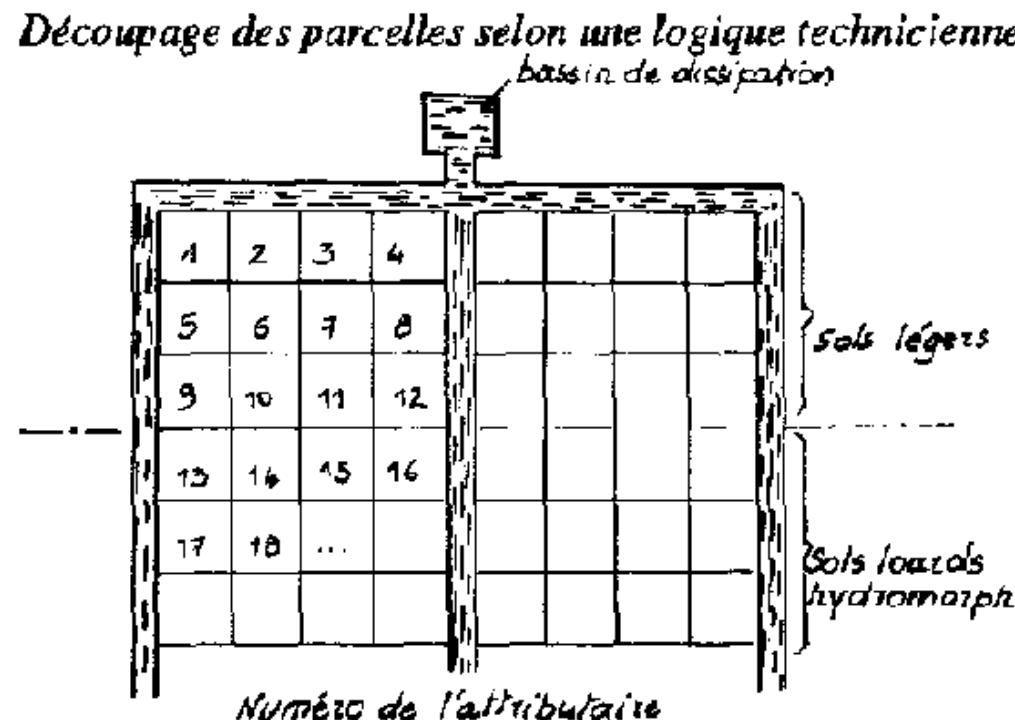
Les paysans ont l'habitude de réservier les sols lourds, peu filtrants, à la culture du riz, et de consacrer les sols légers aux autres cultures. Lorsqu'il y a une nette hétérogénéité des sols sur le site irrigable, il vaut mieux soit limiter le périmètre à une seule zone homogène, soit l'aménager en deux zones distinctes, soit prévoir un échantillon de parcelles différentes dans chaque zone, et pour chaque attributaire. Le réseau des canaux doit permettre de répartir l'eau par zones, ainsi évite-t-on de mettre tous les canaux en eau quand ce n'est pas nécessaire. C'est ce qu'ont prévu les Soninké de Gouthioubé (voir exemple ci-dessous).

### **Logique technicienne et logique paysanne de répartition des parcelles**

*Répartition des parcelles par la SIED à Thioubalène au Sénégal, périmètre irrigué d'Haalpulaar*

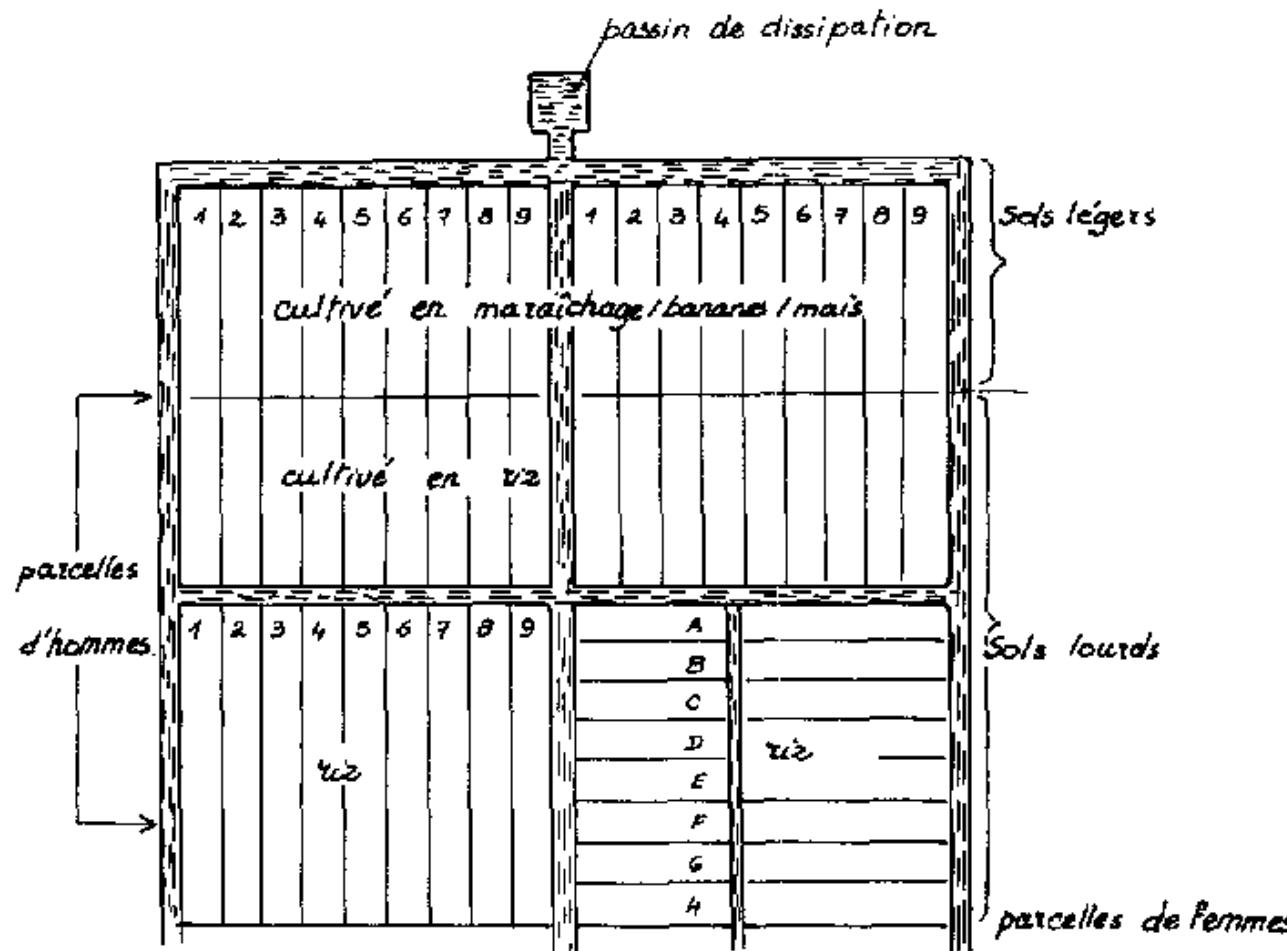
*Les attributaires voudraient tous faire du riz en hivernage. Les parcelles situées en sol léger nécessitent beaucoup d'eau, ce qui contribue à allonger le tour d'eau jusqu'à trente jours. Toutes les rizières en souffrent. A l'inverse, pour la culture de maïs de contre-saison, les attributaires du bas se plaignent de ne pas arriver à labourer les sols trop lourds. Ils ont donc de mauvais rendements. Les membres du groupement sont d'accord pour dire qu'il faudrait redistribuer les terres mais ils craignent des conflits. Ils s'en remettent donc à la SAED sur ce point et refusent de s'engager eux-mêmes dans cette affaire.*

*Chaque famille dispose de trois parcelles "d'homme" dont la surface est proportionnelle au nombre d'adultes mariés dans la famille. Les femmes ont leurs propres parcelles de riz, réparties par famille selon le même principe, mais dans un secteur différent. Ce qui a permis de modifier l'assolement prévu initialement sans heurts: maïs en haut. riz en bas.*



Découpage des parcelles selon une logique technicienne

Répartition des parcelles au sein du périmètre irrigué villagerois de Gouthioubé à Soninké (Mali)



Découpage des parcelles selon une logique paysanne (Gouthioubé)

#### **Le dialogue avec les paysans avant l'aménagement est primordial**

Les aménagistes de la zone de Cas-Cas au Sénégal ont été progressivement amenés à consulter les groupements villageois avant le début des travaux, au moment de l'implantation des repères sur le terrain. Ils ont tenu compte des observations des agriculteurs pour modifier le piquetage. Ils ont parfois même entièrement redessiné le réseau lorsque l'aménagement prévu risquait d'être ingérable. Ce travail de consultation/ négociation est évidemment plus coûteux que la réalisation de plans standards, tracés par les ingénieurs d'un bureau d'étude qui ne se seront même pas déplacé sur le terrain. Mais il permet d'aménager des périmètres qui ne soient ni abandonnés, ni sous-utilisés.

## Les règles de gestion de l'eau doivent être acceptées par les producteurs

Nous avons beaucoup à apprendre des paysans en matière de mode de gestion de l'eau. Ils ont souvent adapté de manière très ingénieuse les systèmes et les réseaux qui leur étaient imposés. Lorsque le système mis en place par l'ingénieur est trop rigide, cette adaptation est impossible. Elle compromet même parfois l'avenir du périmètre en provoquant des conflits internes ou en alourdisant des charges de fonctionnement.

Lors de la conception du périmètre, les aménagistes doivent dialoguer avec les futurs utilisateurs, comme avec les irrigants déjà expérimentés des périmètres voisins. Une méthodologie pour ce dialogue est proposée au chapitre 8.

Il est inutile d'imposer un mode de distribution "rationnel" si les paysans n'en acceptent pas le principe et n'en comprennent pas les motifs. L'observation et la compréhension des "logiques des irrigants" sont des considérations indispensables à l'instauration du dialogue. Producteurs et techniciens peuvent identifier ensemble les causes d'une mauvaise distribution de l'eau. Pour y remédier, il faut parfois modifier le réseau et redistribuer les parcelles. Ces nouvelles règles de distribution de l'eau doivent être voulues et mises au point par les producteurs eux-mêmes.

### Exemple de deux systèmes de gestion de l'eau

#### *Le périmètre de Giratawa au Niger*

*Ce périmètre s'étend sur environ 500 ha, répartis entre 44 groupements mutualistes de producteurs comprenant chacun 30 agriculteurs originaires du même village. Les groupements sont eux-mêmes réunis en trois coopératives autonomes. Chaque groupement dispose d'un puits tubé profond équipé d'une pompe*

*électrique autonome. Le groupement nomme un responsable de la pompe qui assure la mise en route et l'arrêt, les problèmes d'entretien aux techniciens chargés du suivi sur l'ensemble du périmètre. Conseillés par les vulgarisateurs sur les besoins en eau des cultures, les agriculteurs choisissent leur système de répartition de l'eau. Malheureusement pour des raisons techniques, les frais d'irrigation, et en particulier l'électricité, ne sont pas calculés au niveau de chaque groupement, mais par coopérative. Les paysans n'ont donc pas intérêt à réduire leur consommation d'eau. Alors que le prix de l'eau est élevé (0,10 FF/ m<sup>3</sup> pour l'électricité, 0,20 FF si l'on compte aussi l'entretien et l'amortissement des pompes facturés aux paysans), l'efficience moyenne ne dépasse pas 45 %. En 1984, les agriculteurs avaient utilisé en moyenne 315 mm d'eau par mois sur les parcelles irriguées de novembre à avril, alors que les besoins estimés étaient de 118 mm/mois. Tous les canaux étant revêtus de béton, ils ne peuvent avoir provoqué des pertes. La différence est bien due à une mauvaise efficience au niveau des parcelles, pourtant de taille réduite: 0,16 ha en moyenne (13).*

#### *Six périmètres de la moyenne vallée du fleuve Sénégal.*

*Une étude menée par l'ADRAO sur six périmètres villageois fait au contraire état d'une bonne efficience de l'irrigation conduite entièrement par les paysans. Pourtant, les conditions physiques des réseaux sont moins favorables qu'au Niger (canaux en terre, nombreux défauts de conception). L'efficience (14) de la distribution varie entre 83 et 95 %. Les besoins en eau moyens mesurés à la parcelle varient de 11 à 15 mm par jour, selon la saison et la nature des sols. Les apports d'eau effectifs vont de 8 à 14 mm/jour. Ces apports sont presque égaux aux besoins (90 à 98 %) dans quatre périmètres. De plus la répartition entre les différentes parcelles est équitable (les taux de couverture des besoins de chaque parcelle varient de 80 à 120 %). Dans les deux périmètres restants, les apports sont insuffisants (65 et 72 %), mais cela semble dû à des capacités insuffisantes du canal principal. Certaines*

parcelles sont défavorisées et ne reçoivent que le tiers de leurs besoins, mais cette inégalité est surtout liée aux conditions physiques (sols plus ou moins filtrants, capacité des canaux), et non aux inégalités sociales entre irrigants (15) Si les résultats sont bien meilleurs qu'au Niger, c'est sans doute parce que les groupements villageois sont plus homogènes, qu'ils ont eux-mêmes choisi leurs règles de répartition de l'eau, et qu'ils établissent clairement le lien entre la quantité d'eau pompée et le gazole acheté.

(13) D'après l'étude de Norman Ray pour le Water management synthesis project.

(14) Rapport entre quantité d'eau pompée en tête du réseau et quantité reçue par les parcelles.

(15) D'après l'étude du Projet Gestion de l'eau "de l'ADRAO: "Gestion de l'eau dans les PIV de la vallée du fleuve Sénégal: aspects techniques". F Huibers, J.J. Speelman. Janvier 1990.

## Gérer l'eau

### QUESTIONS UTILES AU TECHNICIEN SUR LE TERRAIN

#### Lors de la préparation:

- Existe-t-il déjà des organisations d'irrigants dans la région? Quelles sont les règles de distribution de l'eau?
- Existe-t-il des différences de sol, de topographie, de cultures possibles sur la zone irrigable, qui risquent de se traduire par de fortes disparités de besoins en eau? Dans ce cas, les paysans ont-ils prévu un mode particulier de répartition des parcelles selon les zones?
- Lorsque les besoins en eau changent, quelle règle sera appliquée par les paysans? Peut-on prévoir des règles souples de répartition de l'eau?
- Comment limiter les risques de pénurie d'eau? Peut-on prévoir de dimensionner largement le réseau et les capacités de pompage? Comment évaluer les risques de pénurie de la ressource en eau: assèchement des points d'eau, panne de motopompe?
- Les producteurs envisagent-ils d'étendre le périmètre? Est-ce techniquement possible? Ceci risque-t-il de déclencher une pénurie?
- Les paysans sont-ils d'accord pour étendre la durée de l'irrigation en cas de besoin? Jusqu'à combien d'heures?
- Comment les parcelles seront-elles distribuées le long des tertiaires arroseurs? Les groupes d'irrigants seront-ils homogènes, leur sera-t-il facile de nommer un chef arroseur? Quels seront les responsables de la gestion de l'eau, selon les niveaux de décision? Quelles seront les sanctions vis-à-vis des contrevenants aux règles du tour d'eau?
- Sera-t-il possible de mesurer la durée d'irrigation ou la quantité d'eau consommée par chacun? Est-ce utile? Les producteurs évaluent-ils ce que

*l'irrigation implique comme dépenses?*

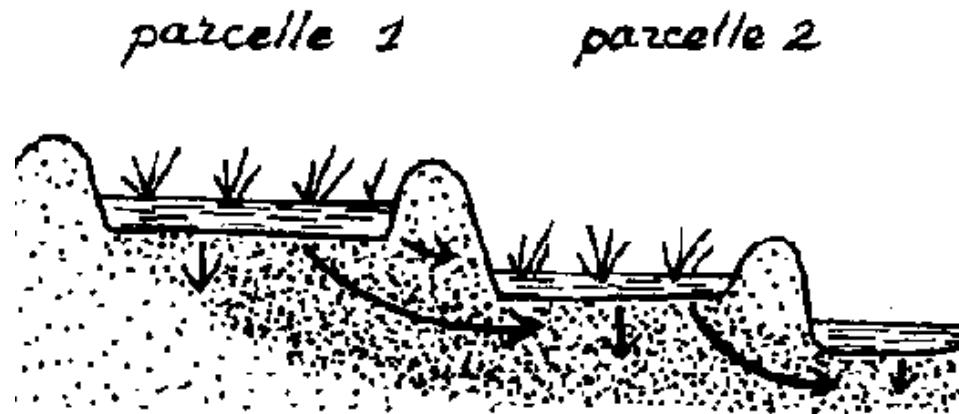
**En cours de projet:**

- *Peut-on mesurer l'efficience de l'irrigation, comment? Quelles sont les causes de mauvaise efficience?*
- *Connaît-on précisément les périodes de pénurie d'eau? Quelles en sont les raisons?*
- *La distribution de l'eau est-elle régulière et égalitaire? A quel principe obéit-elle? Qui détient l'autorité?*
- *Les règles appliquées correspondent-elles aux règles théoriques? Les règles théoriques sont-elles réellement applicables, notamment s'il est prévu un tour d'eau rigide? Quelles sont les sanctions possibles vis-à-vis des gaspilleurs d'eau?*
- *Les producteurs forment-ils des groupes sociaux homogènes le long des arroseurs? Comment les parcelles ont-elles été attribuées? Tout le monde accepte-t-il les nouvelles règles de décision?*
- *Si nécessaire, peut-on envisager une redistribution des parcelles, ou une modification du réseau? Comment une telle décision peut-elle être prise, par qui, et à l'issue de quelles négociations?*

## **Choisir les cultures et calendrier**

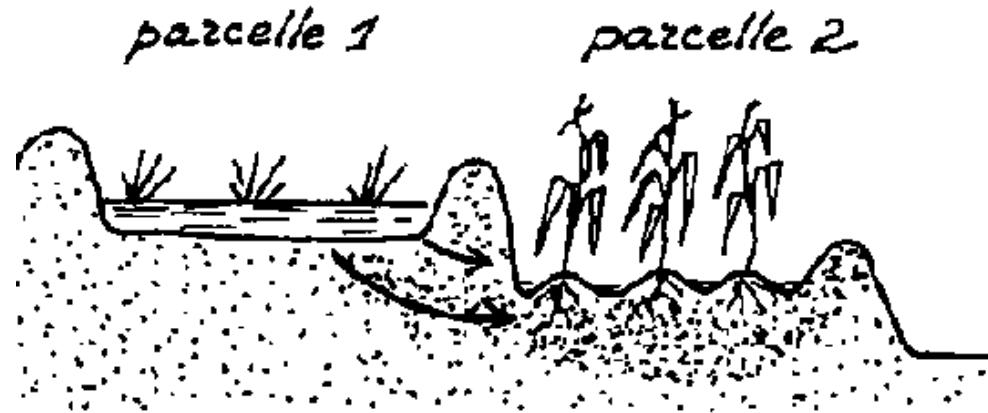
Il est préférable que les irrigants se mettent d'accord sur les cultures à pratiquer et adoptent les mêmes dates de semis, de plantation et de récolte. Des cultures différentes ont en effet des besoins en eau différents, et il est alors difficile de répartir les frais de fonctionnement entre les irrigants. Le même problème se pose si les dates de mise en place sont trop décalées. De plus, cela provoque des pertes supplémentaires dans les canaux, puisqu'en début et fin de cycle une partie seulement des parcelles est irriguée, alors que tout le réseau de canaux doit être mis en eau.

En cas de pertes importantes par percolation et par drainage latéral, il est difficile d'assécher une parcelle alors qu'une autre est encore irriguée. Si par exemple, une parcelle est cultivée en riz et sa voisine en maïs, le maïs risque fort de souffrir d'excès d'eau. De plus, une parcelle de riz isolée consomme davantage d'eau qu'une parcelle faisant partie d'un bloc rizicole. Enfin, une récolte de toutes les parcelles en même temps permet de limiter les pertes provoquées par les prédateurs. Le gardiennage renforcé à des moments clé limite les attaques des oiseaux ou des singes.



*Les pertes de la parcelle 1  
compensent l'infiltration de  
la parcelle 2 -*

Périmètre entièrement irrigué



*Les pertes de la rizière  
asphyxient le maïs situé en  
contre-bas*

#### Périmètre mixte

Mais cette planification peut être contradictoire avec les intérêts des exploitants qui préfèrent diversifier et étaler leur production, en particulier pour réduire les risques et faciliter la commercialisation des produits frais.

L'échelonnement des semis réduit les pointes de demande en eau. La mise en eau du riz repiqué absorbe en deux ou trois semaines jusqu'au quart des besoins totaux en eau de la culture. Le chapitre 3 présente les différentes stratégies adoptées par les irrigants en fonction de leurs moyens, leurs contraintes et leurs objectifs. Les objectifs individuels et ceux du périmètre sont donc contradictoires. Les responsables de la gestion du périmètre doivent donc imposer des mesures fermes.

La première solution consiste à convaincre tous les irrigants de cultiver la même chose en même temps. Ce qui ne dispense pas les absents de payer leur redevance. Cette option souvent retenue présente un inconvénient de taille: comme on attend d'avoir la quasi unanimité avant de commencer à irriguer, les campagnes sont souvent retardées, voire même annulées alors que la majorité des agriculteurs souhaitaient irriguer leur parcelle plus tôt.

Autre solution: accorder une certaine souplesse aux agriculteurs, en fixant seulement le début et la fin approximative de la période de disponibilité de l'eau; le risque est alors de provoquer des conflits à propos des quantités consommées par chacun.

Les Peuhls du Sénégal oriental ont adopté un mode de gestion original: chaque exploitant doit amener la quantité de gas-oil nécessaire au fonctionnement de la pompe

durant l'irrigation de sa parcelle.

### Choisir les cultures et leur calendrier

#### QUESTIONS UTILES AU TECHNICIEN POUR LA RÉPARTITION DES TEMPS DE TRAVAIL

##### Lors de la préparation:

- *Existe-t-il des pointes importantes de travail dans le système de culture traditionnel? Risquent-t-elles de se produire au même moment que celles de la culture irriguée?*
- *Pour éviter les pointes de besoin en eau (lors de la mise en boue pour le riz en particulier), peut-on échelonner les semis et la transplantation? Faut-il dans ce cas adopter un système où chaque agriculteur dispose de plusieurs petites parcelles plutôt que d'une grande (dans chaque sol)? Peut-on, le cas échéant, se contenter d'un système de rotation de l'ordre d'irrigation d'une année sur l'autre? Même question sur la production de produits frais (maraîchage) pour éviter que toute la production inonde le marché au même moment.*

##### Lors du suivi:

- *Les dates de mise en culture et d'irrigation sont-elles homogènes? Sinon, pourquoi (problème de disponibilité en travail, de commercialisation, etc.)?*
- *Peut-on envisager d'échelonner la production en découplant le périmètre en zones mises en culture à des dates différentes?*
- *Le règlement prend-t-il en compte le cas des irrigants qui continuent à irriguer après les récoltes de la majorité? Connaît-on le coût de cette irrigation tardive?*

### Entretenir les périmètres irrigués

Faut-il rappeler l'importance du problème? Selon la FAO chaque année, les *surfaces aménagées abandonnées* à cause de mauvais entretien, sont égales aux *surfaces nouvellement aménagées*. Les petits périmètres n'échappent malheureusement pas à cette loi. L'entretien des périmètres irrigués doit porter sur trois points principaux:

- celui de l'ensemble des infrastructures: les réseaux d'irrigation et de drainage, comme les systèmes de protection du périmètre et du captage de l'eau, à savoir digues, barrages et prises d'eau;
- celui de la machinerie de pompage en particulier;

- celui des parcelles et des sols.

Dans le passé, l'État a souvent assuré l'entretien des infrastructures principales. Les problèmes budgétaires rencontrés par la suite ont fait que ce rôle n'a pu être joué correctement. Pour éviter ce type de problème, il faut donc que les paysans, dès la conception du projet, se décident à prendre en charge l'entretien sauf peut-être celui des infrastructures "d'intérêt régional ou national" comme les grosses digues ou les barrages.

Cette question des responsabilités dans l'entretien doit être négociée avec les paysans dès la conception du projet et doit faire partie de l'accord officiel entre les parties concernées (autorités locales et nationales, paysans et financeurs).

### **Veiller au bon fonctionnement du réseau d'irrigation et de drainage**

Un bon entretien du réseau d'irrigation est indispensable pour minimiser les frais de fonctionnement et de réparation, pour améliorer les rendements et assurer à terme la pérennité du périmètre.

L'entretien des canaux en terre exige un travail important, d'autant plus important qu'ils ont été mal dessinés ou qu'ils sont utilisés au-delà de leur capacité théorique (voir l'annexe 4, page 345). Lorsqu'un réseau est mal entretenu, il est difficile de faire la part des erreurs de conception ou d'implantation, et la part de celles dues à un manque d'organisation ou de motivation des paysans.

Il arrive fréquemment de rencontrer sur le terrain des erreurs du type:

- mauvais calage des ouvrages de réparation et de chute;
- ouvrages construits avec un angle par rapport à l'axe du canal causant des phénomènes d'érosion anormaux;
- canaux construits en remblais mal tassés entraînant débordements, brèches et fautes fréquentes;
- canaux de dimensions insuffisantes débordant lorsqu'on leur applique le débit normal;
- absence d'ouvrage de sécurité évitant que ces débordements n'amènent une érosion des canaux;
- fond du canal trop bas par rapport aux parcelles voisines rendant impossible ou très difficile l'irrigation;
- portion de canaux présentant des pentes trop importantes (manque d'ouvrages de chute), ou au contraire des contre-pentes;
- réseau de drainage trop haut (dans les zones basses).

La plupart de ces erreurs se traduisent par des phénomènes anormaux d'érosion très difficiles à supprimer sans une correction des ouvrages de maçonnerie (ou la construction de nouveaux ouvrages). Dans les cas les plus graves, ces dégradations entraînent l'abandon du périmètre après quelques années. (16)

(16) Ces exemples ont été tirés d'une étude du GRDR sur les PIV de Matam, et du projet "Gestion de l'eau" de l'ADRAO (Huibers et Speelman). Ces derniers indiquent que les erreurs techniques dans la préparation et la réalisation de PIV se sont traduites par l'abandon de 140 ha sur 600 aménagés dans la région de Pété (Sénégal) et de quatre périmètres sur vingt dans la région de Bakel (Sénégal).

Si le périmètre est bien conçu (sur le plan technique, et avec le souci de minimiser le travail d'entretien), l'entretien reste à la portée des agriculteurs, avec un seul appui technique minimum. Il s'agit essentiellement de mobiliser du travail local. A l'inverse, les systèmes plus sophistiqués demandent moins de travail d'entretien mais plus de dépenses pour la réparation des parties usées (ciment pour la réfection des canaux en béton par exemple). Dans les cas extrêmes, la réparation est quasi impossible, faute de pièces de rechange disponibles dans le pays (cela semble être le cas de toutes les vannes que nous avons vues au Sénégal, que les paysans essayent sans succès de rafistoler avec des lanières de caoutchouc).

Le mauvais état du réseau d'irrigation se traduit par:

- des fuites et pertes excessives qui augmentent le coût de l'eau ou diminuent les superficies irrigables et peuvent provoquer localement des excès d'eau si le drainage est mauvais;
- l'impossibilité d'arroser certaines zones du périmètre à cause du comblement du fond des canaux et érosion de leurs talus;
- la réduction de la capacité du réseau (diminution du débit maximum transportable), ce qui amène le pompiste à réduire le débit de sa motopompe. Un allongement des tours d'eau en découle qui peut déboucher sur des pénuries sérieuses. Pour diminuer le débit, il doit baisser le régime des moteurs, ceci se traduit par une augmentation du coût de pompage par m<sup>3</sup> d'eau (voir l'étude sur les petites motopompes au Niger).

Comme il s'agit en général d'une dégradation progressive, les exploitants ne prennent parfois conscience du problème que trop tard (en cours d'irrigation), au moment où leur main-d'œuvre est mobilisée à fond par les cultures.

Il faut mentionner ici le problème particulier que posent les années très pluvieuses. Lorsque le réseau de drainage est mal conçu ou insuffisant (17), les eaux pluviales en excès brisent les digues et diguettes, empruntent les canaux avec de forts débits et provoquent de graves phénomènes d'érosion. De ce point de vue, les années pluvieuses entraînent des besoins d'entretien et de réparation plus élevés que les années sèches. Malheureusement, ce sont aussi les années où les agriculteurs consacrent le plus de temps à leurs cultures pluviales qui leur semblent alors prioritaires sur le périmètre.

(17) Ces dernières années, les réseaux de drainage ont été souvent sous-estimés car on s'est basé sur les besoins moyens observés durant les dix dernières années de sécheresse. Il faut en réalité se baser sur des périodes plus longues pour prévoir les plus fortes pluies probables.

Parfois même les agriculteurs décident purement et simplement de "sauter une saison d'irrigation" (voir chapitre 3 les raisons de ces choix). L'entretien a tendance à être négligé, et lorsque l'irrigation reprend ses droits, le réseau est devenu inutilisable. Les réparations du réseau (canaux en terre en particulier) doivent donc être effectuées avant et pendant chaque campagne. Un appui technique et une formation spécifique sont utiles lors du démarrage d'un périmètre. Il faut localiser en fin de campagne les réparations à réaliser, poser les piquets, indiquer les niveaux à atteindre et décider s'il est nécessaire de modifier certains ouvrages ou d'en construire de nouveaux (voir en annexe technique n°4 les méthodes d'aménagement et d'entretien). Lorsque le réseau est bien conçu, les agriculteurs peuvent maîtriser la technique des réparations après quelques campagnes.

L'organisation des agriculteurs est, là encore, capitale:

- pour assurer la mobilisation de la force de travail et des moyens financiers nécessités par les réparations et l'entretien régulier;
- pour éviter les pratiques individuelles aboutissant à la dégradation du réseau, (brèches dans les cavaliers, barrages dans les canaux provoquant des débordements);
- pour garantir que la répartition de l'eau entre les différents irrigants n'aboutisse pas à faire passer des débits excessifs dans certains canaux.

Dans les périmètres où l'organisation collective, et donc la discipline, sont faibles, il arrive que les exploitants, afin de faciliter l'arrivée de l'eau dans leur parcelle (ou de resquiller entre les tours d'eau), n'hésitent pas à faire des brèches dans les cavaliers, ou même à détruire les partiteurs qui bloquent l'arrivée d'eau dans leur canal.

La structure qui gère l'eau est celle qui est utilisée pour l'entretien du réseau; les exploitants d'un même arroseur sont co-responsables de l'entretien de "leurs" tertiaires ou secondaires. Par contre, l'entretien du primaire et des partiteurs est à la charge de tout le groupement.

### **Exemples d'organisation de l'entretien dans les périmètres irrigués villageois**

*Dans les périmètres irrigués haalpulaar, le président du groupement, après consultation du conseil de village, fixe les jours de corvée pour l'entretien des canaux. Ceux qui ne viennent pas sont condamnés à une amende représentant (au moins) la valeur d'une journée de travail.*

*Pour éviter toute contestation ou perte de temps, les irrigants de Mogtedo (Burkina faso) ont organisé le travail ainsi tous les exploitants sont informés lorsque des réparations ont été décidées par le bureau du groupement. Au jour dit, un responsable délimite des sections correspondant à une matinée de travail dans la zone à réparer.*

*(Par exemple, s'il s'agit d'un canal à curer, des piquets sont plantés tous les trois mètres.) A chaque volontaire est assigné une portion identique. Une fois qu'il a terminé, le responsable des travaux contrôle et enregistre le nom du paysan. Si celui-ci le souhaite, il peut d'ailleurs effectuer plusieurs portions dans une même journée. En fin de campagne, ceux qui n'ont pas effectué au moins huit journées (ou portions) doivent payer une amende pour les jours manqués.*

Lorsqu'un réseau de drainage a été prévu (ce qui n'est pas toujours le cas sur les petits périmètres), son entretien devrait obéir aux mêmes règles. Dans la pratique, ces réseaux sont très rarement entretenus, ils sont parfois même détruits pour agrandir les parcelles, sans doute parce que leur utilité n'apparaît pas immédiatement (contrairement à celle du réseau d'irrigation) mais seulement à l'occasion d'événements exceptionnels (fortes pluies ou crues) ou à long terme (remontée de la nappe, problèmes de salinisation). Il est alors trop tard pour remettre le réseau en état, même si l'on en admet la nécessité.

### **Planer régulièrement les parcelles**

L'entretien régulier des parcelles irriguées est indispensable. Le planage en particulier doit être refait périodiquement, même s'il était de bonne qualité au début. Il y a deux raisons à cela: d'une part le sol ne se tasse pas de la même manière partout, d'autre part le labour introduit de nouvelles inégalités de niveau. Un mauvais planage ne pénalise pas seulement l'attributaire de la parcelle. Effectivement il faut compenser son effet en apportant de grosses quantités d'eau, afin d'irriguer même les

"bosses", ce qui se traduit par un gaspillage de l'eau.

Les attributaires ne font l'effort d'entretenir correctement leurs parcelles (ce qui suppose des investissements en travail importants) que s'ils ont une bonne sécurité foncière, c'est-à-dire s'ils ne risquent pas d'être expulsés de leur parcelle. Cette remarque est d'ailleurs applicable à l'entretien de la fertilité et à la lutte contre les mauvaises herbes. Le règlement foncier a donc des répercussions sur l'entretien du périmètre. Un règlement adéquat devrait permettre de rationner l'eau à ceux qui en abusent, non du fait de handicaps naturels (terrain plus sableux par exemple), mais à cause d'un manque d'entretien. De même, les diguettes qui séparent les parcelles doivent être entretenues pour éviter les pertes en eau, lors des arrosages. En cas de fortes pluies, leur bon état empêche que l'eau ne dévale en torrents. Les diguettes des parcelles situées près du primaire sont moins bien entretenues que celles des parcelles de fin de réseau, parce que les premiers irrigants n'ont pas l'eau rationnée. Notons encore le cas fréquent des conflits entre deux attributaires voisins, pour savoir qui doit assurer l'entretien de la diguette mitoyenne. Il serait, là aussi, utile de prévoir un règlement spécifique sur ce sujet, dans le règlement intérieur du groupement.

## Prendre soin du matériel

Les périmètres sont souvent équipés d'un parc matériel assez lourd, qui peut comprendre un tracteur de labour, ou même une batteuse. L'entretien de ce matériel pose toujours problème, à la fois à cause des difficultés d'approvisionnement en pièces et intrants de qualité, de la rareté de personnel compétent en zone rurale (mécaniciens, conducteurs, pompistes), et enfin du manque d'expérience des propriétaires de ces matériels. Nous présenterons ci-dessous le cas de l'entretien des motopompes. Cela dit, les remarques les concernant peuvent être aisément généralisées à l'entretien des tracteurs et autres engins.

L'entretien du matériel de pompage est crucial, vu son coût et les conséquences d'une panne, si courte soit-elle, sur les cultures. Ce qui n'empêche pas certains individus de "griller" leur motopompe dès la première saison parce qu'ils n'ont pas vérifié le niveau d'huile ou qu'ils ont acheté de "l'huile pas chère" pour effectuer leur vidange (huile de vidange plus ou moins filtrée).

La durée de vie moyenne des motopompes est de trois à quatre ans mais elle peut doubler avec l'application de quelques mesures simples: amélioration des filtres à air, contrôle des vidanges et formation-suivi des pompistes et responsables de groupement (18). Cela permet une diminution considérable des coûts d'amortissement, qui pèsent lourdement dans les charges du périmètre.

(18) *D'après les observations du projet hollandais de l'Ile à Morphil.*

## Causes courantes de mauvais entretien

- Vidanges trop rares, huile de mauvaise qualité.
- Machine placée en pente (pas horizontale), d'où mauvaise lubrification car cela réduit le niveau d'huile dans le carter au niveau de la pompe à huile.
- Mauvaise position de la crête d'aspiration qui se bouche ou alors aspire de l'air.
- Mauvaise qualité du gas-oil, non filtré et mélangé d'eau, absence de bol de décantation pour éliminer l'eau.

De toutes façons, il est bon de se rappeler que les constructeurs ont mis au point des moteurs et accessoires (filtre à air, alternateur, démarreur...) pour un marché qui

est, en gros, celui de l'Europe ou de pays tempérés. En Europe, l'air est peu chargé en poussières comparativement à l'atmosphère africaine. C'est pourquoi même si la robustesse du filtre laisse à désirer (ou même la qualité de filtration cas général des petits groupe motopompe [GMP] à essence avec filtre en mousse) et que des détériorations entraînent une baisse de l'efficacité du filtre, les conséquences se révèlent moins vite et sont moins désastreuses en zone tempérée.

Des spécialistes de la filtration ont abordé le problème et proposent une gamme de filtres et/ou de pré-filtres pour des moteurs thermiques. La CSS de Richard Toll Sénégal en a équipé tous ses véhicules et engins, ce qui semble être un gage d'efficacité et de fiabilité. Par contre, des paysans achètent toujours ou se font financer des GMP avec des filtres non adaptés.

A Dakar, fin 86, un fournisseur proposait des batteuses avec un excellent filtre qu'il était impossible d'obtenir sur un GMP neuf ou en pièce de rechange. Était-ce pour préserver la rente que procure la vente de segments neufs ou les réparations?

### **Il y a un réel problème de gas-oil en Afrique**

En Afrique, le gas-oil contient souvent une quantité d'eau "supérieure à la normale". Ce qui peut avoir des conséquences désastreuses pour la durée de vie des moteurs diesel et, plus spécialement, sur tout le circuit d'injection. Que l'eau provienne du gas-oil ou de la condensation nocturne de l'humidité de l'air du réservoir (parce que le pompiste n'a pas refait le plein du réservoir), il est impératif de purger cette eau au moyen d'un bol décanteur. La taille du bol devra être adaptée à la consommation horaire du moteur. Il est préférable que ce bol soit transparent pour suivre l'évolution du dépôt et le vidanger. Suivant les modèles, on utilisera une vis de purge ou on démontera le bol.

Signalons d'autre part l'inconvénient du mauvais dimensionnement de la pompe par rapport aux besoins. Une pompe sous dimensionnée risque d'être poussée à fond et de s'user rapidement. A l'opposé, une pompe trop grosse qui tourne au ralenti a un mauvais rendement. D'une manière générale, il importe de bien choisir les motopompes (marques et accessoires) lors de l'achat afin d'être sûr qu'elles seront adaptées aux conditions d'utilisation (voir l'annexe technique n°3: "le choix des groupes motopompes", p 317).

Enfin, n'oublions pas les pannes causées par le manque de carburant aux moments critiques parce que le groupement n'a pas un fond de roulement suffisant pour faire des stocks ou parce qu'il y a rupture des communications, au moment où la décision de reconstituer le stock est prise. Il est souhaitable de prévoir en début de campagne des stocks de carburant et d'huile suffisants pour couvrir la campagne.

Le groupement doit également disposer d'un stock de pièces de rechange minimum (filtres à air et à gas-oil en particulier, courroies). Il doit aussi se ménager l'accès à un groupe motopompe de rechange (19) qui peut être partagé entre plusieurs groupements pour éviter de compromettre la récolte en cas de panne sérieuse. Il faudra alors s'assurer que le groupe en panne sera réparé dès la fin de la campagne, et non pas comme on le voit trop souvent, abandonné dans un coin pour servir de source de pièces détachées (voir plus bas l'organisation de la Fédération de Bakel).

(19) *Il pourrait apparaître plus simple de se contenter d'un moteur de rechange car la pompe tombe rarement en panne. Il faut cependant un mécanicien compétent, avec des outils spécialisés, pour "aligner" correctement le moteur et la pompe faute de quoi se produisent des vibrations qui les endommagent rapidement.*

### **La formation et la responsabilisation des pompistes est primordiale**

La formation préalable des pompistes, en général salariés des groupements est indispensable (voir sur ce point le chapitre 9). Elle doit aussi toucher les autres membres

du groupement, en particulier le président et le trésorier car ils devront vérifier que le pompiste fait bien son travail et surtout engager les dépenses que celui-ci juge nécessaires (l'huile, les filtres, les réparations, etc.). Rien ne sert d'avoir un pompiste parfaitement compétent, si le trésorier refuse obstinément d'acheter de l'huile, en pensant que c'est une dépense qui peut attendre.

Le groupement doit être conscient de l'importance de la nomination d'une personne compétente et motivée au poste de pompiste. Celui-ci est souvent considéré comme un subalterne, uniquement responsable d'"allumer et d'éteindre" la machine. Or, des pannes répétées dues à la négligence du pompiste n'entraînent pas de sanction à son égard, pas plus que son remplacement. En effet, le lien entre sa compétence et les incidents n'est pas forcément évident. De toutes façons, le nombre de candidats formés reste minime.

La sensibilisation des agriculteurs jouera donc là aussi un rôle utile. Il faut:

- revaloriser cette fonction et lui consentir une meilleure rémunération;
- responsabiliser le pompiste avec un intéressement proportionnel à la durée de vie des moteurs dont il s'occupe.

La réparation rapide des pannes inévitables suppose cependant de pouvoir faire appel à des mécaniciens compétents, qui puissent disposer de pièces détachées courantes dans les plus brefs délais. C'est rarement le cas sur le terrain.

Les paysans organisés ont essayé de régler ce problème au niveau de leur fédération de groupements, d'abord en entretenant un petit stock de moteurs de rechange afin de pouvoir procéder à un échange standard immédiatement. Dans certains cas, ils ont recruté et formé leur propre mécanicien et gèrent leur stock de pièces détachées.

## **La gestion du matériel dans la fédération de Bakel (20)**

(20) *Toutes les données présentées ont été aimablement fournies par Mme Adrian Adams-Sow, secrétaire de la Fédération des paysans de Bakel.*

### ***Les réparations:***

*La fédération de Bakel regroupe quatorze périmètres villageois. Chaque périmètre est géré de manière autonome par un groupement villageois et chaque groupement est représenté par deux délégués à la Fédération.*

*La fédération fournit un appui en formation et alphabétisation en langue locale aux groupements adhérents. Elle a pris en charge également, depuis 1989, l'approvisionnement en intrants jusqu'alors assuré par la SAED.*

*La fédération a également recruté un mécanicien expérimenté qui a travaillé un an auprès du concessionnaire de motopompes. Il dispose d'un atelier central avec un petit stock de pièces indispensables et peut intervenir à la demande des groupements, en facturant ses prestations au coût réel. Ceci est facile puisque tous les groupes motopompes sont de même marque.*

*La fédération dispose en outre d'un stock de moteurs de rechange, pour éviter les arrêts prolongés de l'irrigation en cas de grosse panne nécessitant de commander des pièces à Dakar.*

*Ce mécanicien a en retour organisé (avec l'appui du formateur en alphabétisation/gestion) une formation de base des pompistes en langue locale. Les pompistes tiennent désormais un cahier d'entretien des pompes et comptabilisent notamment les heures de fonctionnement et la consommation en gas-oil.*

**Les tracteurs:**

*La fédération s'est dotée de deux tracteurs depuis 1984 pour remédier au goulot d'étranglement enregistré au moment du travail de préparation du sol. Il y a en effet concurrence entre les différentes cultures à cette période, pénurie de main-d'oeuvre occupée avec les cultures pluviales d'hivernage et la main-d'oeuvre féminine ne peut compenser l'absence due à une forte émigration masculine. Les tracteurs ont été financés avec l'appui de diverses ONG; la fédération mit alors en place un système de gestion rigoureux, dont voici les principaux éléments:*

- quatre conducteurs de tracteur formés sur place, sont employés par la fédération, et payés à la tâche; ils travaillent sous le contrôle du mécanicien;
- le coût des prestations (labour principalement) a été calculé pour permettre un amortissement et un entretien normal. Décision courageuse puisque d'autres organismes pratiquaient à l'époque des tarifs nettement plus bas (subventionnés) pour ces interventions.

On a estimé le coût du labour (en Fcfa à l'hectare) et on a observé des temps de travaux de 11 h/ha, compte tenu de l'exiguïté des parcelles:

Huile et carburant (301 gas-oil)	6000 F
Salaire des tractoristes	1200 F
Coût d'entretien/ réparation	7000 F
Coût d'amortissement tracteur (sur 5000 heures de fonctionnement, valeur d'achat 5000000 F)	11000 F
Coût d'amortissement du matériel attelé (10 ans)	3000 F
Assurances et provisions pour imprévus	3800 F
<b>TOTAL</b>	<b>32000 F</b>

Les dépenses de fonctionnement réellement effectuées à l'hectare, en trois ans, se présentent ainsi (pour 86 ha labourés en 1986/1987):

Carburant, lubrifiant	8200 F
Salaires	3300 F
Réparations, entretien	1300 F
Assurances, divers	1400 F
Tarif finalement adopté	34400 F
<b>AMORTISSEMENT</b>	<b>20200 F</b>

L'amortissement prévu a été largement effectué grâce à des frais d'entretien et d'assurance moins coûteux que prévus, ce qui est normal sur du matériel encore neuf. Le tarif adopté (34400 Fcfa/ha) est le même que celui pratiqué par les entrepreneurs privés du Delta du fleuve Sénégal.

En trois années, la fédération a pu ainsi épargner 4,3 millions de Fcfa de provisions pour amortissement (dont 3,5 sur un compte rémunéré, pour une durée d'utilisation totale des tracteurs estimée à 2430 heures seulement). La contrepartie de cette rigueur financière est que l'utilisation réelle des tracteurs est très inférieure aux prévisions.

Beaucoup d'utilisateurs potentiels préfèrent "tout compte fait" se passer des services du tracteur dont le paiement doit être effectué au comptant et sur-le-champ, pour éviter toute contestation ultérieure.

Un système de comptabilité original a été mis en place, là encore en langue locale. Il favorise la transparence des comptes pour les tracteurs et l'absence de litiges entre utilisateurs, tractoristes et fédération.

1. Les fiches de caisse servent à tenir les comptes:

- de la caisse de dépôt conservée dans le coffre-fort de la fédération (il n'y a pas de banque à Bakel), (caisse A);
- de la caisse des frais de la campagne en cours des tracteurs, confiée à un membre de la commission matériel de la fédération (caisse B);
- de la caisse de fonctionnement des tracteurs ou "petite caisse", confiée au chef-tractoriste, qui paie les frais de l'équipe des tractoristes en déplacement (caisse C);
- de la caisse des gains de la campagne en cours, confiée à la même personne que la caisse B), mais rigoureusement séparée jusqu'au bilan final (caisse D).

Le même modèle sert de fiche de stock pour noter la consommation de gas-oil et d'huile des tracteurs, la fédération ayant son propre stock de carburant.

2. La fiche des travaux effectués par les tracteurs est tenue par le chef-tractoriste.

3. La fiche de pointage des journées de travail des tractoristes est également sous la responsabilité du chef tractoriste.

4. La fiche d'entretien des tracteurs est tenue par le mécanicien de la fédération.

<b>FICHE DE CAISSE OU DE STOCK</b>				
<i>Koota</i>	<i>Sababu</i>	<i>Raye</i>	<i>Bakke</i>	<i>Kutte</i>
Date	Opération	Entrée	Sortie	Solde

<b>VILLAGE :</b>		<b>FICHE DES TRAVAUX</b>					
<i>Debe</i>		<i>Golle Korosinde Kayiti</i>					
<i>Golle be deberi / A kaman toxo</i> Travail fait / Nom du Client	<i>Hoge</i> Surface	<i>Jonko</i> Prix	<i>Koota</i> Date	<i>Nxali</i> Heure	<i>1/2</i> H1/H2	<i>Wunundhana</i> Tractoriste	<i>Tuge?</i> Paye

<b>FICHE DE POINTAGE DES TRACTORISTES</b>														
MOIS : <i>Xaso</i>														
	<i>MBT</i>	<i>MSS</i>	<i>DGJ</i>	<i>DK</i>										
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>3</td></tr> <tr><td>4</td></tr> <tr><td>5</td></tr> <tr><td>6</td></tr> <tr><td>7</td></tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7							
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														

<b>FICHE D'ENTRETIEN DU TRACTEUR</b>							
<i>Tazaketti Korosinde KAYTEL</i>							
<i>Koota</i>	<i>Konteezt</i>	<i>Golle</i>					
Date	N° Compteur	Travaux					

Liste des documents utilisés

*Déroulement des opérations*

En début de campagne des tracteurs, le président et le secrétaire de la fédération se réunissent avec le chef-tractoriste et un membre de la commission matériel. Ils contrôlent la caisse A, entreposée dans le coffre-fort à la fin de la campagne précédente, et décident du montant à verser dans la caisse B. puis du montant que la caisse B doit verser à la caisse C. Ces opérations, comme toutes celles décrites par la suite, font bien entendu l'objet d'écritures dans les colonnes "sorties" ou "entrées" des

fiches des caisses concernées.

A chaque fin de mois, durant la campagne, le chef tractoriste verse à la caisse D l'argent encaissé par les tracteurs pendant le mois écoulé. La fiche des travaux lui permet de rendre compte en détail; lorsqu'il verse cet argent, il tire un trait horizontal sous la dernière ligne de la fiche des travaux, et inscrit en dessous le montant versé. Puis, il présente la fiche de pointage; le montant des journées de travail effectuées lui est versé par la caisse B. S'il pense que la caisse C a besoin d'être renflouée, il rend compte des dépenses effectuées. La caisse B lui verse alors le montant équivalent, de sorte que la caisse C retrouve son niveau de départ.

En fin de campagne, il est aisément d'établir le total des gains de la campagne (fiche D), le total des dépenses de la campagne (fiche B plus fiche C), le montant de la consommation en gas-oil et huile de la campagne ayant été réglé par la caisse B; puis le bénéfice de la campagne (total 1 moins total 2).

Selon le montant du bénéfice, on décide du montant des gratifications à verser aux tractoristes. Les caisses B, C et D confondues, on décide enfin de répartir cet argent entre la caisse de dépôt A, (pour les besoins de la prochaine campagne) et le compte d'amortissement des tracteurs (compte bloqué à la BICIS de Dakar). Le bilan de la campagne est présenté lors de la réunion des commissions de la fédération. La commission matériel en fera le résumé, lors de la réunion du conseil d'administration.

## Conclusion

L'importance de l'entretien n'est véritablement comprise qu'à partir du moment où:

- *les paysans connaissent le prix réel des équipements qu'ils reçoivent, en ayant eu au moins un contact avec les vendeurs du matériel;*
- *les paysans savent qu'ils devront payer le prix des réparations (c'est souvent le cas) mais aussi du renouvellement des pompes (c'est rarement le cas, car malgré les politiques officielles de désengagement des États, de nombreux organismes poursuivent encore leurs dons en nature).*

### Entretenir les périmètres irrigués

#### QUESTIONS UTILES AU TECHNICIEN

##### Au cours de la préparation d'un projet:

- *Les règles d'entretien du périmètre doivent être définies clairement avant le début des travaux d'aménagement et faire l'objet d'un accord entre le groupement et les autorités locales (voir le chapitre 9, préparation des projets). Ce contrat doit être expliqué à tous les intéressés avant l'approbation officielle.*
- *Quels sont les besoins d'entretien des périmètres existants? Combien de temps faut-il y consacrer? Combien d'argent? Les paysans (du nouveau projet) ont-ils conscience de ces coûts et les ont-ils évalués? Sont-ils prêts à les assumer? Y-a-t-il des différences selon les types d'équipement et d'aménagement? À quel moment est-il souhaitable de faire des réparations ou des travaux d'entretien? Comment sont définies les responsabilités et le partage des tâches? Qui contrôle l'état du périmètre, des machines? Qui décide des opérations d'entretien? Qui les réalise effectivement? Comment le*

*travail est-il organisé? Le résultat général est-il satisfaisant? Si non, pourquoi? Peut-on estimer le coût d'un mauvais entretien?*

*• Comment les producteurs envisagent-ils de s'organiser pour assurer l'entretien? Quelles règles imaginent-ils? Quelles pressions ou sanctions pour les contrevenants? Comment seront réparties les responsabilités et qui désignera les responsables? Sur quelles bases? Possèdent-ils les compétences requises? Seront-ils formés, et par qui? Seront-ils dédommagés pour leurs activités d'intérêt général? Comment?*

#### **Pour l'appui des projets existants:**

*• L'analyse de la situation du périmètre doit répondre aux questions déjà citées. Il est intéressant de connaître l'histoire du périmètre: Comment l'entretien se faisait-il au début de la mise en valeur, quelle a été l'évolution? Les responsabilités ont-elles changé? Existe-t-il un règlement intérieur écrit ou oral? La pratique suit-elle les modalités théoriques de ce règlement? Qui l'a définie? Sinon, quelles en sont les explications?*

*• Les défauts d'entretien observés sont-ils dus: À une dilution des responsabilités? À la mauvaise volonté de certains qui ne sont pas sanctionnés? À une formation insuffisante des responsables? Au fait que tous les producteurs espèrent une réhabilitation prochaine? À des erreurs de conception du périmètre?*

### **Gérer rigoureusement les intrants et le crédit**

Le groupement doit être en mesure d'opérer les achats et le stockage des intrants nécessaires au fonctionnement du périmètre (carburants pour les pompes en particulier). Il est également amené à organiser l'achat groupé des intrants agricoles nécessaires aux parcelles individuelles (engrais, semences sélectionnées, pesticides). En effet, ces intrants ne sont disponibles qu'à des points de vente éloignés du village. Les acheter et les transporter collectivement est donc avantageux.

Dans certains groupements, ces achats sont effectués sur la base d'une cotisation perçue avant le démarrage de la campagne. Le groupement est amené souvent à mettre en place un système de crédit de campagne, afin d'encourager les adhérents à intensifier leurs cultures. Cette mesure vise à améliorer les rendements.

Tout système de crédit suppose un système d'enregistrement comptable rigoureux pour éviter contestation ou détournement. En effet, on ne compte plus les groupements où plus personne ne sait "qui doit combien": le trésorier a démissionné sans remettre de document cohérent, et les adhérents n'ont pas de reçus pour leurs remboursements effectués "de la main à la main".

Le crédit de campagne est crucial pour ceux qui manquent de liquidités. Lorsque le crédit fait défaut, les agriculteurs réduisent, voire suppriment l'utilisation d'intrants au détriment du rendement. Pour eux, qui sont souvent endettés, la logique économique "classique" n'est guère applicable. La logique interne des exploitations familiales permet en effet rarement d'épargner de l'argent (voir le chapitre suivant).

#### **Gérer rigoureusement les intrants et le crédit**

## QUESTIONS UTILES AU TECHNICIEN

- *Les intrants sont-ils disponibles localement dans le secteur privé, et à quel prix? Le prix de cession du groupement permet-il une marge par rapport au prix d'achat? Cette marge couvre-t-elle les frais de transport, de stockage, de pertes éventuelles?*
- *Quelles sont les sources de crédit (traditionnelles en particulier) disponibles localement? Sont-elles accessibles à tous, à quelles conditions et à quel taux d'intérêt? Les producteurs ne préfèrent-ils pas le crédit fourni par le groupement? Si oui, pourquoi? (Taux d'intérêt, conditions de remboursement, assurance contre les risques?)*
- *Quel est le taux d'impayés dans les remboursements des crédits de campagne dans la région? A quoi sont-ils dus? Existe-t-il un accord de principe dispensant celui qui fait une mauvaise récolte de rembourser ses emprunts?*
- *Le crédit est-il fourni avec un taux d'intérêt qui compense les impayés probables et englobe les frais de gestion? Peut-on envisager le système de la "caution solidaire" parmi les membres du groupement ou des sous-groupes a identifier?*

## Amortir le matériel et développer l'épargne

### Un mécanisme nouveau pour les paysans africains

La plupart des groupements arrivent, bon an mal an, à payer leurs frais de fonctionnement, mais rares sont ceux qui constituent une réserve pour l'amortissement et le renouvellement du matériel. La notion même d'amortissement est inconnue de l'agriculteur africain traditionnel du fait du faible niveau d'équipement dont il dispose et il faut tout d'abord faire comprendre ce mécanisme peu familier. Dans les régions où l'irrigation par pompage se pratique depuis plus de dix ans, tous les paysans ont compris que les moteurs s'usent et qu'il est nécessaire de les remplacer régulièrement.

Même dans les périmètres privés, les exploitants ne pratiquent pas l'amortissement financier tel que nous le concevons (mettre chaque année de l'argent de côté sur un compte bancaire). D'ailleurs, en Europe, cette pratique est en réalité rare. Il ne faut pas confondre la pratique comptable et les flux financiers: les amortissements d'une entreprise lui permettent, en général, soit de rembourser ses dettes, soit de réaliser de nouveaux investissements.

### À tout prendre, les paysans préfèrent l'épargne traditionnelle

Les groupements ou les exploitants privés, ne voient pas l'avantage de placer des sommes sur un compte en banque improductif, c'est pourtant ce qui est imposé par les organismes d'encadrement. Ils préfèrent réinvestir les sommes épargnées dans de nouvelles activités commerciales (petit commerce, banque de céréales et échanges de céréales inter-régionaux) ou dans l'achat de bétail qui sera nourri par les sous-produits de l'irrigation.

Ils sont également favorables à l'idée d'utiliser une partie des profits d'exploitation dans des investissements "sociaux" à plus long terme: scolarisation des enfants, dons destinés à augmenter leur prestige au sein de la communauté. Ils évitent aussi de garder de l'argent liquide à la maison ou à la banque, considérée avec méfiance par

beaucoup d'agriculteurs.

Il serait donc intéressant d'encourager, dès la conception, une réflexion sur les méthodes d'épargne les plus adaptées aux situations particulières de chaque village et il y aurait intérêt à développer plus largement les réseaux de coopératives d'épargne et de crédit indépendant. Les modalités de remboursement d'un crédit bancaire destiné à l'achat de matériel sont facilement comprises par les paysans, (le matériel sert de "caution" au crédit) mais leur manque de flexibilité les pénalise. En effet, qu'adviennent des périmètres lorsque l'année est mauvaise et que la banque refuse tout report de paiement?

### **Des amortissements "sur pied" astucieux**

*À Fégui au Mali, la coopérative a décidé de développer l'élevage bovin pour la traction animale, comme source de fumier, et pour valoriser les résidus fourragers du périmètre. Le troupeau de la coopérative est gardé par un berger rémunéré par le groupe, comme le veut la tradition. Cette initiative a permis de constituer un capital de réserve.*

*À Pété au Sénégal, les exploitants d'un petit périmètre maraîcher privé ont décidé de planter un verger de 0,5 ha de manguiers. Ils ont calculé que le revenu des deux premières récoltes, prévues dans quatre et cinq ans, permettra de renouveler le matériel de pompage. L'amortissement, dans ce cas, représente la contrepartie du travail non rémunéré des premières années et des frais d'engrais.*

### **L'amortissement fixe n'est pas la solution**

Il semble plus logique d'amortir le matériel mécanique au prorata de son fonctionnement effectif (par heure de pompage ou de labour pour un tracteur) qu'avec une annuité fixe.

L'amortissement fixe est une convention comptable adaptée aux entreprises industrielles. Il a l'avantage d'être simple à calculer. Par contre, il sous-estime systématiquement l'intérêt économique des pratiques extensives préférées par les agriculteurs (l'irrigation d'appoint) et surestime la rentabilité des pratiques intensives (la double culture irriguée). Le coût réel du pompage est plus élevé en saison sèche à cause de la baisse des cours d'eau et des conditions climatiques plus difficiles (chaleur et poussière pénalisent les moteurs).

Comparons deux systèmes d'irrigation possibles sur un même périmètre de 15 ha :

- *système 1* : "extensif". Simple riziculture, repiquage tardif après les premières pluies, rendement moyen 4 t/ha. Besoin total en eau de pompage: 12000 m; soit 40 heures de pompage par ha, et donc 600 h pour le périmètre, pour une motopompe de 25 ch débitant 300 m<sup>3</sup>/h.
- *système 2* : "intensif". Riziculture précoce avec mise en eau en fin de saison sèche. Besoins en eau: 15000 m (50 ha). Culture de contre-saison (maraîchage) consommant 12000 m, mais avec un débit inférieur de la pompe 200 m<sup>3</sup>/h = 60 h de pompage supplémentaire soit en tout 110 h/ha et donc 1650 h/an en tout pour le périmètre.

Selon le principe de l'amortissement fixe et constant, la durée théorique d'amortissement du matériel est dans les cas décrits de cinq ans et on comparera les revenus des deux systèmes ainsi:

### **TABLEAU COMPARATIF DES REVENUS DES DEUX SYSTÈMES D'IRRIGATION**

	Système extensif Prix en Fcfa/ha	Système intensif Prix en Fcfa/ha
Revenu du riz pour 4 t	340000	340000
Revenu maraîchage	-	200000
Revenu total	340000	40000
Charges variables (engrais, carburant)	80000	200000
Charges fixes (amortissement groupe, pompe et réseau)	10 MF/5 ans/ 15 ha =133000	133000
Amortissement	50000	50000
Charges totales	263000	383000
Revenu net	77000	157000

L'exemple précédent permet de conclure que l'on peut inciter les producteurs à pratiquer la double culture, puisque le revenu net est supérieur.

En réalité, les motopompes travaillent moins dans la première hypothèse que dans la seconde, elles doivent donc être renouvelées moins souvent. Si l'on table sur un renouvellement toutes les 5000 heures en moyenne, on voit que dans le système extensif (600 h/an) on doit renouveler les pompes tous les huit ans, en moyenne (ce qui fait baisser la provision pour amortissement de 133000 Fcfa à 83000 Fcfa/an), alors que dans le système intensif (1650 h/an), il faut prévoir de les renouveler tous les trois ans (soit un amortissement de 220000 Fcfa/an).

Le compte d'exploitation est alors modifié:

	Système extensif Prix en Fcfa/ha	Système intensif Prix en Fcfa/ha
Revenu total	340000	540000
Charges variables	80000	200000
Amortissement réseau	50000	50000
Amortissement motopompe	83000	220000
Charges totales	213000	470000
Revenu net	127000	70000

Est-ce à dire qu'il est moins intéressant de pratiquer la double culture? Il s'agit évidemment d'un exemple extrême, mais plus courant qu'on ne l'imagine (surtout lorsque les systèmes de pompage sont coûteux).

Ce raisonnement n'est cependant pas valable pour tous les investissements productifs. Si l'on prend le cas du réseau d'irrigation, qu'on l'utilise ou pas, il se dégrade à la même vitesse: il est donc préférable d'avoir une provision annuelle pour l'amortir.

Indépendamment de la méthode retenue pour le calcul de l'amortissement, il faut décider de la possibilité de modulation du montant mis en réserve par les agriculteurs en fonction de leurs résultats, ou si l'on reste ferme sur le principe de leur faire payer les charges, qu'ils aient eu une bonne récolte ou non.

Une attitude rigide est en contradiction avec les risques réels encourus par les irrigants sur les périmètres irrigués (voir à ce sujet l'exemple de Guia chapitre 3). Lorsqu'un agriculteur ne récolte pas de quoi payer ses charges, peut-on lui imposer de les payer au détriment des maigres réserves familiales?

D'un autre côté, le laxisme en matière de paiement des charges entraîne des manques à gagner importants pour le groupement ou la structure de gestion. Et comme ce sont les amortissements et les dépenses d'entretien qui sont les premiers touchés, le groupement s'avère incapable de remplacer ses équipements le moment venu.

Ne peut-on imaginer une méthode d'amortissement souple qui permettrait de constituer des réserves plus importantes durant les bonnes années, et plus faibles ou nulles en cas de mauvaise récolte?

Ce système n'a jamais été utilisé, à notre connaissance, en Afrique de l'Ouest, mais il a bien fonctionné sur une grande échelle au début du siècle dans la plaine de la Gezirah au Soudan: les cultivateurs étaient tenus de produire du coton vendu obligatoirement à l'Office. Ce dernier prélevait une part fixe de la production (40 %) pour l'entretien et la gestion du réseau. C'est donc une forme de métayage, dans lequel l'office d'irrigation joue le rôle d'assurance contre les risques, tout en constituant des réserves suffisantes à moyen terme.

Rien ne prouve qu'un tel système soit acceptable en Afrique de l'Ouest (le Nord Soudan appartient culturellement au monde arabe). Le métayage y est cependant une pratique courante. Ne risque-t-on pas, par cette méthode, d'encourager les producteurs extensifs au détriment des "intensifs" et de décourager les investissements fonciers (amélioration des terres)? Avant de rejeter cette méthode, il convient d'en discuter avec les intéressés, et de se garder de présupposés idéologiques tels que "le métayage, c'est le retour à l'esclavage".

La capacité à effectuer des amortissements dépend bien entendu de la marge effective qui reste aux exploitants une fois toutes leurs charges payées.

Dans certains périmètres céréaliers, la culture irriguée ne présente d'intérêt pour les paysans que s'ils échappent au paiement de l'amortissement (subvention déguisée à la production, par le biais de renouvellements gratuits des pompes). Dans le cas où ils doivent, par suite d'un changement de politique, payer cet amortissement, leur revenu risque de chuter à un point tel qu'il sera plus "rentable" de revenir aux cultures et activités traditionnelles (émigration de saison sèche par exemple).

### **Toutes les formes de subvention ne sont pas bénéfiques**

En prenant fréquemment en charge le renouvellement du matériel, les ONG ou les pouvoirs publics pratiquent une forme de subvention à la production irriguée plus ou moins officielle.

Sans porter de jugement sur le fond de cette pratique, remarquons qu'il serait plus rationnel de soutenir le prix d'achat des céréales (pour encourager l'intensification) plutôt que de subventionner l'amortissement (ce qui développe les pratiques extensives). L'exemple du périmètre de Korioumé à Tombouctou peut illustrer cette thèse:

### **Le périmètre de Korioumé (Tombouctou)**

*Sur le périmètre de Korioumé (Tombouctou), financé par une ONG étrangère, les charges communes d'exploitation du périmètre représentent 34,5 MFcfa, qui se décomposent ainsi:*

Prix en millions de Fcfa

Coût direct du pompage (carburant, entretien courant)	8,8
Déplacements des techniciens	3,0
Entretien des infrastructures (station, réseau)	2,2
Amortissement des pompes	6,8
Coût de l'atelier central (personnel et matériel)	5,0
Amortissement du réseau d'irrigation et des infrastructures	8,7
<b>TOTAL</b>	<b>34,5</b>

*Réparti sur les 522 ha irrigués, ceci représente une redevance moyenne de 66000 Fcfa/ha. Durant le démarrage du projet, L'ONG a cependant décidé de subventionner les charges d'amortissement et de logistique, ramenant la redevance réelle à 17500 Fcfa/ha. Les producteurs choisissent des stratégies différentes pour la culture du riz; certains adoptent un itinéraire technique intensif (repiquage plus utilisation d'engrais minéral) alors que d'autres préfèrent un itinéraire plus extensif (semis direct désherbage manuel, pas d'engrais).*

### **MARGE BRUTE DES EXPLOITANTS INTENSIFS ET EXTENSIFS AVEC COÛTS (prix en Fcfa)**

	<b>Exploitants "intensifs"</b>	<b>Exploitants "extensifs"</b>
Charges variables	151000	92000
Redevance	17500	17500
Charges totales	168500	109500
Produit	4,26 kg x 108 Fcfa =461000	1620 kg x 108 Fcfa =175000
Marge brute (paddy)	292500	65500

*(Source: Évaluation Paul Mathieu, juin 1989).*

*Malgré un prix du paddy relativement élevé, la rentabilité des exploitations extensives est déjà marginale. Si l'on pratique la "vérité des coûts", en incluant les charges*

*d'amortissement dans la redevance, quitte à subventionner légèrement le prix du paddy aux producteurs (dans cet exemple, en l'augmentant de 108 à 120 F/kg, ce qui représente une subvention du même ordre, compte tenu de la production du périmètre 1500 t x 12000 F/t = 18 MFcfa), on enregistre une modification significative des coûts d'exploitation.*

#### **MARGE BRUTE DES EXPLOITANTS INTENSIFS ET EXTENSIFS AVEC PRIX DE VENTE SUBVENTIONNÉ (prix en Fcfa)**

	Exploitants "intensifs"	Exploitants "extensifs"
Charges variables	151000	92000
Redevance	66000	66000
Charges totales	217000	158000
Produit	4,26 kg x 120 Fcta =	194400
Marge brute (paddy)	294200	36400

Le revenu des paysans "intensifs" augmente légèrement, alors que le revenu des "extensifs" baisse tellement qu'ils n'auront d'autre choix que d'abandonner la production ou de se convertir en exploitants "intensifs".

Les conséquences sociales d'un tel phénomène sont regrettables. Dans le cas présent, ce sont les plus pauvres qui restent les plus extensifs et se marginalisent progressivement. Pour la pérennité du périmètre, il semble préférable d'encourager les producteurs intensifs en leur garantissant un débouché stable et rémunérateur pour leur production plutôt que de subventionner indéfiniment une agriculture peu productive et peu motivante.

On peut cependant justifier de telles pratiques en considérant que ce type de périmètre remplit un rôle "social" indispensable (survie des plus pauvres, arrêt de l'exode rural). Mais il faudrait que les États les définissent clairement comme tels et se donnent les moyens de mobiliser les ressources correspondantes. Il faudrait également s'assurer que l'insertion économique "de ces pauvres marginalisés ne puisse pas être réalisée plus efficacement dans des activités artisanales ou informelles". Cette politique est maintenant adoptée par la plupart des pays africains, en particulier au Sénégal où la politique de "vérité des coûts" a accompagné la restructuration de la SAED.

P. Lavigne Delville, après étude du cas des PIV de Sadel (Sénégal), a calculé qu'en cas de désengagement de la SAED, les producteurs, obtenant les meilleurs résultats verraienr leur revenu net chuter de 16 %, ceux dont les rendements sont les plus faibles subiraient une baisse de revenu de 55 % (voir les comptes de Sadel, dans le chapitre 6 sur les résultats économiques).

#### **Amortir le matériel et développer l'épargne**

#### **QUESTIONS UTILES AU TECHNICIEN**

**Notions d'amortissement et d'épargne:**

- Quelles sont les formes d'épargne habituelles dans le milieu rural considéré? Même question pour les petites entreprises privées de la région (transports, transformation des céréales en particulier).
- Les paysans ont-ils accès facile à une agence bancaire? Lui font-ils confiance? Peut-on ouvrir des comptes rémunérés qui tiennent compte de l'inflation?
- Combien coûtera l'amortissement du matériel et les provisions d'entretien sur le périmètre? Par attributaire? Les paysans ont-ils une idée de ce que signifie ce coût?
- Comment le groupement peut-il réaliser et placer l'épargne correspondant à l'amortissement? Peut-on en faire une épargne productive? Y-a-t-il des risques à conserver de grosses sommes sur place? N'est-il pas préférable de faire appel à un crédit d'équipement dès le départ? Les modalités de remboursement sont-elles assez souples? Quelle décision appliquer en cas de mauvaise campagne?

**Notion de choix d'investissements:**

Lors de la préparation d'un projet:

- Sous quelle forme se fera l'appui aux investissements nécessaires à l'irrigation? Une subvention locale est-elle envisageable? Peut-on réaliser cet appui sous forme d'un crédit? Dans les comptes de gestion prévisionnels, inclut-on l'amortissement du matériel ou le remboursement des crédits?

Lors de l'appui:

- Les amortissements sont-ils effectués? Si non, pourquoi? Est-ce un problème de production trop faible du périmètre, est-ce que ce niveau peut être augmenté? Au cas où l'on décide de subventionner le périmètre pendant les premières années (la durée de l'appui est-elle clairement fixée à l'avance?), n'y a-t-il pas des formes d'appui plus incitatives à la production que celle qui consiste à décharger les irrigants de l'amortissement?

**Organiser la gestion financière et la comptabilité**

Pour fonctionner, les groupements doivent assurer:

- le paiement des frais collectifs de fonctionnement (carburant, salaires, entretien);
- la constitution de caisses de réserve et d'amortissement pour le renouvellement du matériel, ou le remboursement des crédits reçus pour l'achat de ce matériel;

- l'établissement d'un fonds de roulement destiné aux crédits de campagne des adhérents.

### **Le recouvrement des charges et dettes**

Le recouvrement est un problème crucial dans la gestion des groupements. Il suppose la mise en place de méthodes rigoureuses pour éviter leur appauvrissement progressif. De plus, il faut que ces méthodes n'entrent pas en conflit avec les logiques familiales analysées au chapitre 4.

Les paysans essaient de concilier les objectifs suivants:

- assurer d'abord les besoins vivriers;
- limiter et répartir les risques;
- redistribuer une partie de la production pour remplir certaines obligations sociales;
- limiter les dépenses en argent et stocker les excédents en nature (réserves en grains, bétail).

Pour concilier cette logique économique des adhérents et les règles de gestion financière collective, il est souhaitable d'attribuer les crédits de campagne "en nature" et de prélever les frais de campagne et les provisions pour amortissement "en nature" et "au moment de la récolte"; et enfin, d'assurer la commercialisation de l'essentiel de la production et la gestion des amortissements, selon les modalités décrites ci-dessus.

De la même manière, on observe un meilleur taux de recouvrement des dettes des adhérents lorsque certaines conditions sont remplies. Il est préférable que le fonds de roulement du groupement provienne de sa propre épargne des campagnes passées, et non d'un financement extérieur, dont le remboursement peut être remis en question. Enfin, il faut que le groupement soit bien organisé sur le plan de l'enregistrement comptable des dettes et sur celui de sa capacité de recouvrement au moment de la récolte.

### **Une solution originale pour recouvrir les charges**

*Lorsque les groupements en ressentent la nécessité, les paysans trouvent parfois des solutions originales pour le recouvrement des charges: à Guidakar en Mauritanie, l'attributaire qui n'arrive pas à payer ses dettes doit trouver un ami ou membre de la famille qui accepte de les rembourser à sa place. En échange, cette personne acquiert le droit d'exploiter la parcelle concernée aussi longtemps que l'attributaire initial ne rembourse pas sa dette (voir au chapitre 2 la situation des périmètres irrigués villageois qui dans cette région, a incité le groupement à une telle rigueur). Il ne s'agit rien moins que du mécanisme de l'hypothèque qui évite une procédure difficile à admettre par la morale villageoise: celle de l'expulsion.*

### **La constitution d'un fonds de roulement**

Les sommes avancées par les irrigants sont modestes (au maximum 10000 Fcfa en début de campagne) et sont plus volontiers apportées par ceux des périmètres maraîchers, là où la rotation de l'argent est plus rapide.

Les agriculteurs de périmètres céréaliers disposent rarement de liquidités en début de campagne, c'est pourquoi ils préfèrent faire appel au crédit.

Il est cependant souhaitable de demander aux futurs membres du groupement une avance sur les frais de fonctionnement. Pourquoi pas sous forme de bétail remis au groupement en "avance rachetable" par l'agriculteur lors de ses récoltes? (21)

(21) *Certains groupements ont d'ailleurs constitué leur propre troupeau (voir l'exemple de Fégui).*

Autre possibilité: les cultivateurs organisent collectivement une première campagne sur une partie du périmètre. La production en est entièrement réinvestie dans le fonds de roulement. Cette pratique favorise l'apprentissage collectif de nouvelles techniques et permet de petites expérimentations démonstrations avec un encadrement technique éventuel.

## **Il faut différencier la production collective de la production individuelle**

*L'exploitation collective avec une redistribution des bénéfices entre les participants*

C'est le modèle souvent adopté par les foyers de jeunes pour lesquels l'exploitation du périmètre ne représente que deux ou trois jours par semaine, consacrés en fait à la collectivité. Il est plus rarement utilisé par les coopératives fondées par des ex-émigrés. Il facilite la gestion des fonds puisque tous les produits sont vendus par le groupe et l'argent encaissé par le trésorier. Par contre, il suppose un très fort contrôle du groupe sur le travail des adhérents, tant sur la quantité que la "qualité", avec un système d'amende en cas d'absence.

Il faut une bonne compréhension mutuelle pour les décisions sur les travaux à effectuer. Dans le cas des ex-émigrés, la cohésion est forte puisque les membres de la coopérative ne pratiquent aucune autre activité ou culture en dehors du périmètre et dépendent totalement du groupe pour leur survie au village. Dans le cas des associations de jeunes, les mécanismes traditionnels (valorisation sociale de l'entraide, compétition entre "gros travailleurs" avant le mariage) jouent à plein. Par contre, ces mécanismes ne sont guère efficaces dans les périmètres villageois où chaque chef de famille a ses propres objectifs, sa famille et ses autres champs à gérer.

*Le champ collectif sur une partie du périmètre*

Une partie du périmètre (environ 1/4 de la surface) est utilisée comme propriété collective. Son produit sert à payer les frais de fonctionnement de l'ensemble du périmètre. Tous les attributaires sont tenus de travailler dans ce champ collectif lorsque le bureau du groupement les y appelle, sous peine d'amende. Tout le monde est mis à contribution au moment des gros travaux puis l'arrosage est effectué à tour de rôle.

Au bout de quelques années, les rendements du champ collectif deviennent systématiquement inférieurs à ceux des parcelles individuelles, ou du moins à leur rendement moyen. Par ailleurs, l'organisation du travail collectif devient de plus en plus difficile car les "contrevenants" se font plus nombreux. Les tâches sont expédiées au plus vite et sans grand enthousiasme. L'un des dommages les plus courants résulte de l'irrigation des parcelles, des doses massives d'eau sont déversées causant une érosion pernicieuse. A cette étape, les groupements décident de réduire la surface du champ collectif et transfèrent les charges au niveau individuel.

Citons à ce sujet l'intéressante démarche du groupement villageois de Gouthioubé qui décida de subdiviser son champ collectif en cinquante sous-parcelles individuelles. Les responsables calculèrent sur la base du rendement moyen des dernières années que l'attribution d'une parcelle individuelle devrait être compensée par une redevance de deux sacs de paddy (160 kg) pour conserver des recettes identiques au groupement collectif. Satisfaction des adhérents qui peuvent ainsi garder les

suppléments de récolte pour eux.

#### *Périmètre entièrement divisé en parcelles individuelles*

C'est le cas le plus courant. Les contributions individuelles sont effectuées en argent ou en nature. Les paiements en argent sont difficiles car le numéraire est rare. De plus, il n'est pas forcément contrôlé par le chef de famille responsable du vivier. Rappelons que dans de nombreuses ethnies, la commercialisation est traditionnellement l'apanage des femmes qui vendent les produits de leurs propres champs ou les dons de leur mari. Quant aux hommes, et en particulier les chefs de famille, ils préfèrent accumuler des céréales dans leurs greniers plutôt que de les vendre.

Dans les zones d'émigration, les paiements en argent sont souvent effectués par les émigrés eux-mêmes, mais avec des délais importants. Le paiement en nature est adapté et s'insère dans la droite ligne des redevances traditionnelles: la dîme ou "diaka" payée en nature à l'imam musulman, l'"assakal" ou redevance au maître de la terre, le "rempecem" ou métayage par moitié en zone de décrue. Il suppose évidemment que le groupement puisse commercialiser ses récoltes dans des délais raisonnables (avant La campagne suivante) et permet une récupération des redevances proche de 100 %.

Certains groupements contrôlent la commercialisation des céréales (riz surtout). Ils ne gèrent en général que l'équivalent des redevances dues, les agriculteurs se chargeant du reste de leur récolte. Dans d'autres cas, un contrat passé avec un gros acheteur, industriel ou exportateur, oblige l'ensemble d'une production à passer par le groupement. Citons le cas des groupements qui passent un contrat de livraison avec la conserverie de tomates SOCAS au Sénégal, ou les groupements du Burkina qui livrent leurs haricots verts à l'Union de coopératives UCOBAM, qui se charge de les exporter.

Le paiement des produits est alors effectué en bloc, après la fin de la campagne. Il est donc facile pour le groupement de prélever de cette somme globale, ses frais de fonctionnement, de constituer des réserves pour la prochaine campagne et de répartir le restant aux adhérents. Malheureusement, souvent mal informés des opérations qui ont eu lieu, ils estiment que "la coopérative paie vraiment mal". (22)

(22) *Soutenus en cela par certains intellectuels qui pratiquent facilement l'amalgame entre "exportation" et "exploitation" sans s'intéresser aux revenus réels des agriculteurs.*

On voit avec ces exemples que le mode de répartition des charges peut varier et qu'il influe sur le comportement des adhérents (voir l'exemple ci-dessous).

#### **La gestion du périmètre irrigué de Loumbila au Burkina Faso**

*Les frais de fonctionnement de ce périmètre de 20 ha sont élevés, car l'eau est pompée dans la retenue par des pompes électriques apparemment peu efficaces. Le groupement a passé un contrat pour la vente de haricots verts avec l'UCOBAM, et demande donc à ses attributaires de cultiver 60 % de leur parcelle (de 2000 m<sup>2</sup>) en haricots verts pour l'exportation. Les semences et les engrains sont fournis à crédit par le groupement et distribués par les encadreurs du ministère de l'Agriculture. En fin de campagne, après paiement par l'UCOBAM, les comptes se présentent ainsi (bilan de 1988 - prix en Fcfa):*

*Revenu brut (haricots verts):*

*33,5 t à 177 F de moyenne*

*5975000*

**Charges:**

- Electricité	2480000
- Intrants agricoles	1159000
- Autres	302000
Total des charges.	3941000
REVENU NET (apparent) (soit 67 F/kg)	2034000

*En réalité, ce calcul pénalise la production de haricots verts au détriment des productions non encadrées (oignons, tomates, maïs et arachide en hivernage), puisque tous les frais de pompage sont supportés par la culture des haricots. Il est d'ailleurs probable qu'une partie des intrants destinés aux haricots sont utilisés pour les autres cultures.*

*La répartition des charges se fait proportionnellement au tonnage de haricots vendus (ce qui revient à surtaxer les producteurs à haut rendement, et à avantagez les moins productifs), et non avec une somme fixe par parcelle. Ce système tend à décourager les producteurs de haricots verts et les pousse à vendre "au marché noir" c'est-à-dire directement aux revendeuses qui viennent chaque jour aux alentours du périmètre.*

*Pourtant si l'on tient compte du rendement trop faible de certains attributaires pour payer leurs charges réelles, on comprend cette décision paradoxale du bureau du groupement. Il faudrait donc une politique énergique du bureau pour faire payer les redevances en argent. Mais vu les faiblesses de l'organisation, il est plus facile à court terme de "faire payer les bons producteurs".*

### **Informer complètement les intéressés de la tenue des comptes**

Un bon système de tenue des comptes doit:

- permettre le contrôle de la gestion par la direction du groupement c'est-à-dire connaître à tout moment le montant de la caisse (quelles sont les dettes et créances?) et savoir si des provisions suffisantes ont été constituées en particulier pour les amortissements;
- assurer la transparence des comptes face aux adhérents afin d'éviter les suspicions et les malentendus;
- permettre le contrôle par l'État et les organismes financeurs, du respect des engagements pris par le groupement lors de la négociation du projet d'irrigation;
- garantir le respect des règles fondamentales régissant les groupements ou les coopératives, lorsqu'une législation appropriée a été mise en place.

Ces fonctions doivent se discuter avant la mise en place du périmètre, dès la phase de préparation et de négociation préalable. Un consensus doit s'établir sur des

comptes "transparents", aussi bien pour les adhérents de base que les intervenants extérieurs et l'État. Il y a encore trop d'exemples de détournements de fonds par les gestionnaires. Trop de discours du type "après tout, ce sont nos affaires, vous n'avez pas à venir mettre votre nez dans nos comptes". Il faut aussi trouver un système comptable adapté et compréhensible par tous. G. Belloncle (23) a montré comment les systèmes comptables "importés", rédigés en français, sont difficiles à maîtriser par les paysans. Il importe de traduire les notions de comptabilité en langue locale et d'élaborer avec les paysans des outils comptables adaptés, certainement pas le "plan comptable général"! Les procédures d'enregistrement des opérations doivent tenir compte des systèmes de comptabilité traditionnels utilisés par les commerçants locaux ou par les groupes traditionnels (groupes de jeunes, confréries religieuses, etc.). Cette question sera étudiée plus en détail dans le chapitre 9.

(23) Voir son ouvrage: "Participation paysanne et aménagements hydroagricoles" - Éditions Karthala, 1985.

### Transparence des comptes dans le groupement de Kaori au Niger

*Le groupement de Kaori, au Niger fait en sorte que les comptes soient bien compris par tous, alphabétisés ou non. Comment? D'abord, les comptes détaillés sont lus chaque semaine en Assemblée Générale. Toutes les dépenses ou recettes de la semaine sont signalées. Chacun peut alors vérifier, de tête ou par écrit que les comptes sont justes et peut demander des explications sur les dépenses effectuées. Ceci est évidemment facilité par le fait que le groupement est très uni et dirigé par un chef de canton respecté.*

Au Burkina Faso, cette innovation a permis de redonner confiance aux adhérents rendus très méfiants à la suite de la "disparition" des comptes, au moment d'un changement de trésorier! Là, même si un agriculteur est analphabète, il peut tout de même s'assurer après chaque opération que son compte est juste, auprès d'une personne digne de foi.

### L'état doit s'assurer que les groupements respectent leurs engagements

Les systèmes de crédit mis en place avec l'appui d'organismes extérieurs sont trop souvent détournés de leurs objectifs. Ils deviennent de véritables "vaches à lait" pour les paysans qui ont vite fait de tirer profit des faiblesses de la politique de recouvrement. Le crédit ne peut fonctionner que s'il s'appuie sur une attitude très ferme à l'égard des mauvais payeurs, c'est-à-dire sur un contrat qui prévoit la saisie des récoltes ou du matériel en cas de non-paiement. L'environnement institutionnel joue pour beaucoup dans la décision des groupements d'honorer ou non leurs engagements en matière d'amortissement. Les villageois ne sont pas pressés d'épargner pour remplacer, à leurs frais, les motopompes "cadeau".

Un exemple frappant est celui du contraste qui est apparu dans la fin des années 80 entre les groupements mauritaniens de la rive droite du fleuve Sénégal aux alentours de Rosso et leurs collègues de la rive sénégalaise. Il s'agit de la même ethnie haalpulaar, et souvent des mêmes familles, dans le même milieu agro-écologique.

Dans le premier cas, la politique de la SONADER (Mauritanie) était très ferme: elle exigeait le remboursement du crédit de campagne dès la fin de celle-ci et l'amortissement des motopompes (prévu sur trois ans). En cas de non remboursement intégral, elle refusait de renouveler le crédit de campagne. Néanmoins un adhérent qui n'est pas en mesure de payer sa dette peut faire appel à la solidarité collective ou... céder sa parcelle à un exploitant solvable.

Une tension foncière règne dans cette région. Les groupements villageois craignaient l'expulsion au profit d'exploitants privés extérieurs à la zone s'ils ne cultivaient pas les périmètres. Certaines exploitations rizicoles de 50 à 100 ha sont équipées de moissonneuses-batteuses. Le contrôle mauritanien est sévere. Cette politique a eu comme résultat qu'en 1987, les groupements visés ont remboursé 94 % de leur dette. En 1988, et malgré des difficultés de commercialisation du riz, c'est 80 % de la

dette qui ont été couverts. En revanche, dans les périmètres sénégalaïs de Morfil situés juste en face, 10 % à peine des groupements approvisionnaient leur compte d'amortissement et ce, malgré une gestion considérée globalement comme plus avancée!

Dans cette région-ci, il n'y a de plus aucune remise en cause des droits fonciers des groupements mais plusieurs ONG OU personnes privées distribuent des pompes gratuitement ou renouvellent périodiquement les "fonds de roulement". Les groupements savent alors très bien jouer sur tous les tableaux pour éviter de s'acquitter de leurs dettes.

On comprend dans ces conditions que les paysans n'aient pas pris très au sérieux les déclarations officielles sur le désengagement de la SAED, leur enjoignant de prendre leurs affaires en main. Ces dons auraient pu à la rigueur passer pour une forme de subvention aux agriculteurs, s'ils n'avaient eu pour conséquence un gaspillage éhonté de ressources profitant plus aux vendeurs de matériel qu'aux paysans (mauvais entretien des pompes, du réseau, mauvaise utilisation des intrants, etc.).

### L'État doit s'assurer que les groupements respectent leurs engagements

#### QUESTIONS UTILES AU TECHNICIEN

- *Quelles organisations appuient les périmètres irrigués dans la région? Existe-t-il une instance de concertation ou de coordination? Les pouvoirs publics ont-ils une politique définie et ont-ils les moyens d'imposer leurs normes aux différentes organisations du secteur?*
- *Les politiques et méthodes de ces organisations sont-elles identiques et cohérentes? Sinon, peut-on établir un accord minimum pour éviter les conflits à venir?*
- *Le groupement pourra-t-il commercialiser la production des adhérents? Y aura-t-il "apport obligatoire" ou les adhérents pourront-ils vendre à l'extérieur? Est-ce prévu dans le règlement intérieur?*
- *Comment sera constitué le fonds de roulement? Est-il prévu de réaliser un champ collectif, et pour combien d'années? Existe-t-il d'autres activités collectives pouvant rapporter de l'argent?*
- *Quel système de comptabilité sera utilisé? Est-il compris de tous? Permet-il de vérifier rapidement l'état des comptes individuels? Y a-t-il un contrôle externe possible et prévu? Que se passera-t-il au cas où ce contrôle ne pourrait s'opérer normalement?*

### Règles pour es prises de décision et les sanctions

Nous l'avons vu précédemment, tout groupe organisé pour l'irrigation doit imposer certaines règles contraignantes à ses membres s'il veut assurer sa propre viabilité:

- obligation de participer aux travaux d'entretien;
- obligation de respecter le choix et le calendrier des cultures;
- respect des règles d'irrigation, avec un calendrier d'irrigation;
- obligation de paiement des redevances et de participation aux travaux collectifs d'intérêt commun (champs collectifs);
- obligation, éventuellement, de commercialiser certains produits par l'intermédiaire du groupement.

Par rapport aux cultures traditionnelles, où les seules obligations collectives sont les dates de récolte et les mises en défense contre les animaux, il s'agit d'une évolution considérable! Au-delà de l'aspect psychologique évident (le chef de famille n'est plus "maître chez lui"), cela pose le problème de la diversité des objectifs et des stratégies des différentes familles au sein du même groupe. Chaque famille dispose en effet d'une certaine quantité de main-d'œuvre, de ressources monétaires, de terres plus ou moins fertiles, et de créneaux d'activités qui lui sont propres. C'est à partir de cette combinaison de ressources que le chef de famille décide de l'usage qu'il fera de ses parcelles irriguées.

Il est clair qu'une famille qui dispose de vastes surfaces de walo (zone de décrue) se consacrera entièrement à la culture de décrue, si la crue a été bonne.

Elle abandonnera sa parcelle irriguée. Au contraire, celle qui n'a pas d'accès direct aux terres de décrue sera plus encline à poursuivre l'irrigation. Nous verrons au chapitre 3 plusieurs exemples qui expliquent les causes profondes des différences de stratégies d'une famille à l'autre.

Le groupement doit donc avant tout mettre en place un certain nombre de règles qui préservent l'intérêt collectif, face aux intérêts individuels. Il est inutile de prévoir un règlement intérieur très strict si ces règles ne font pas l'objet d'un certain consensus. Toutefois, même des règles admises par tous risquent de tomber progressivement en désuétude faute d'une méthode de résolution des conflits, et d'un système de sanctions unanimement accepté.

### **Logique technicienne et logique paysanne**

Confronté à la logique du paysan africain, le rationalisme du technicien en projet d'irrigation se trouve bien souvent en porte-à-faux. Avant d'imposer un modèle technique standard, celui-ci doit se livrer à une enquête aussi complète que possible pour bien comprendre le cadre dans lequel fonctionnera son projet. Il lui faudra aller jusqu'au niveau d'analyse de base le plus pertinent: celui de la famille. Entité complexe et d'une vitalité déroutante, la famille est au centre du fonctionnement des sociétés agraires africaines.

L'effet des nouvelles techniques agricoles doit être observé et évalué sur les pratiques agricoles existantes (le système de production familial), mais aussi par son impact sur les relations internes de la famille. C'est là une différence fondamentale avec le raisonnement agronomique en Europe où l'on part du postulat: le chef d'exploitation est aussi chef de famille et prend toutes les décisions en fonction de ses objectifs personnels. Rien de tel en Afrique, où plusieurs centres de décisions coexistent au sein d'une même famille.

Ce chapitre analyse à la fois l'organisation interne de la société villageoise (place du travail des femmes, concurrence au niveau de la main-d'œuvre familiale, circulation de l'argent...) et les logiques paysannes face aux risques réels de l'irrigation. A l'aide d'exemples, la combinaison judicieuse entre l'ancien système "pluvial"

et une irrigation moderne (adaptation du calendrier et de la répartition des cultures) apparaîtra plus clairement. Elle fournira au technicien un inventaire riche d'enseignements sur ce que peut produire la conjugaison de son savoir théorique avec l'expérience paysanne.

## Les relations internes de la famille

Pour démontrer aux financeurs la rentabilité d'un projet d'irrigation, les techniciens bâissent la plupart du temps de beaux projets "scientifiques". Ces projets s'appuient sur des résultats d'essais menés en station, ou sur des références standard. Rendements, périodes de culture, besoins en eau ou en main-d'oeuvre, tout est rationalisé.

Malheureusement les paysans mettent rarement en pratique les recommandations prévues. Il est alors facile d'incriminer leur faible niveau d'éducation et de leur rejoindre des "vulgarisateurs". Après quelques années sans résultat appréciable, on décrète ensuite que ces derniers sont incapables ou insuffisamment motivés pour former les paysans.

Une approche plus "réductrice" encore consiste à dire que les paysans sont incapables de prendre seuls les "bonnes" décisions et qu'il faut donc leur imposer d'entrée de jeu les "bonnes" techniques et les "bonnes" cultures. Ce qui se fait par un contrat draconien qui les met sous la tutelle des "encadreurs".

Une telle méthode a généralement échoué. L'exemple le plus célèbre est celui de l'Office du Niger. Les rendements y ont régressé de 2,2 à 1,3 t/ha en 40 ans, malgré la présence d'une armée de vulgarisateurs chargés de diffuser les techniques du repiquage et de la fumure minérale. Ces mêmes vulgarisateurs se gardent bien d'ailleurs d'utiliser les techniques "modernes" qu'ils préconisent lorsqu'ils cultivent leurs propres parcelles!

En réalité, des études objectives ont permis de montrer que les paysans adaptent les techniques proposées à leur système de production. Ils ne substituent donc pas le nouveau système irrigué à l'ancien système "pluvial", mais ils les combinent judicieusement pour en tirer le meilleur résultat, compte tenu de leurs contraintes propres.

### La double riziculture dans le Delta du Sénégal (24)

*La construction du barrage de Diama au Sénégal avait pour mission première d'éviter la remontée d'eau salée dans l'estuaire du fleuve Sénégal, en saison sèche.*

*Cette mesure devait permettre le développement de la double culture du riz sur 50 à 70 % des surfaces et augmenter le revenu des paysans comme celui de l'État. Autre avantage du projet: occuper une main-d'oeuvre paysanne traditionnellement peu active sur le plan agricole durant la saison sèche.*

*Quatre ans après la mise en service de Diama, les surfaces en double culture n'ont pas dépassé 30 % des terres favorables. Faut-il incriminer l'ignorance ou le traditionalisme des paysans? Une étude plus fine de la question montre que les causes sont toutes autres:*

*Compte tenu des surfaces moyennes par famille, de l'ordre de 2 ha, les producteurs ont choisi la mécanisation du travail du sol. Ce travail était réalisé "à façon" par les tracteurs des entreprises publiques ou privées. Or, le matériel habituellement utilisé ne permettait pas de travailler un sol humide, les paysans ont donc eu beaucoup de mal à faire préparer leurs terres entre la récolte de contre-saison chaude et le début de l'hivernage. Chaque famille adoptait une stratégie différente, en fonction de sa taille (abondance de main-d'oeuvre disponible), de ses ressources monétaires extra-agricoles (permettant le recours ou non à des salariés) et de son accès aux terres de décrue. Mais comme les décisions de démarrage de l'irrigation devaient être prises au niveau du groupement, il a fallu choisir la solution la moins conflictuelle (pas forcément la plus productive!).*

*Dans d'autres villages, les paysans préféraient donner la priorité à la récolte de leurs cultures de décrue plutôt qu'à l'implantation d'une nouvelle culture de riz en début de saison sèche. Dans certains périmètres irrigués, la priorité a été donnée à la culture de tomates sous contrat avec une conserverie durant cette contre-saison. Elle assurait en effet un revenu plus rapide, et plus élevé lorsqu'elle était bien maîtrisée. Dans certaines zones, les oiseaux détruisaient en partie la deuxième récolte.*

(24) D'après P. Y Jamin, CIRAD, 1986.

Cet exemple montre qu'une solution technique, a priori rentable et validée en station de recherche, peut être refusée par les paysans. Parce qu'on n'a pas tenu compte de leurs autres activités (décrue, migrations saisonnières) ou que certains problèmes techniques incontournables dès que l'on passe en grandeur réelle (type de mécanisation, lutte contre les prédateurs) n'ont pas été résolus.

### **Bien comprendre la logique des paysans**

Avant toute opération de développement agricole et particulièrement dans le cas de l'irrigation qui suppose des investissements lourds et permanents, il importe donc de bien comprendre la logique des paysans, c'est-à-dire leurs choix techniques et économiques effectués en fonction des contraintes qui les affectent (25). Une telle approche est à la portée de techniciens locaux expérimentés, surtout s'ils sont originaires du milieu paysan. A condition toutefois qu'ils soient soutenus par leur encadrement et qu'ils acceptent de dialoguer avec les paysans qui restent la meilleure source d'expériences.

(25) Pour plus de détails sur ce sujet, nous renvoyons le lecteur au manuel: *Comprendre une économie rurale. Guide pratique de recherche.* - Paris, IPD, l'Harmattan, 1981.

Voici quelques exemples des inter-relations les plus courantes entre les systèmes de productions pré-existants (nous préférons ne pas les qualifier de "traditionnels" car ils sont parfois fort éloignés de la tradition) et le système de culture irriguée introduit par un projet.

### **Être conscient de la place de la famille**

Le modèle de la famille patriarcale européenne est totalement inutilisable en Afrique (26). Il est complètement erroné en Afrique de limiter la réflexion sur les conséquences de l'irrigation en considérant la cellule familiale comme la seule unité productive et dirigée par un chef de famille capable de décider seul de l'utilisation de l'ensemble des ressources de la famille.

(26) Voir sur ce point "Paysans d'Afrique Noire" de Dupriez et pour une approche plus "recherche": "L'exploitation agricole familiale en Afrique soudano-sahélienne". - Benoît Cattin, J. Faye. - PUF/ACCT. 1982.

Tout d'abord, les échanges de biens et de services n'obéissent qu'en partie à la logique économique stricte. G. Ansey a montré par exemple qu'en pays Haoussa, une grande partie des échanges de céréales sont des dons, imposés par le devoir de solidarité et la recherche du prestige au sein de cette société. Les objectifs sociaux ont une grande importance en milieu rural africain. Ils déconcertent les observateurs habitués à une logique économique stricte.

Du point de vue occidental, il est "illogique" de négliger une opération agricole urgente (repiquage par exemple) pour aller participer à un mariage lointain. Du point de vue du paysan africain, c'est prioritaire. En effet, il sait qu'en cas de disette il pourra obtenir une aide de ce cousin lointain. Le respect des traditions est souvent la

condition du maintien des solidarités traditionnelles qui jouent le rôle de la "Sécurité sociale" des pays développés.

Par ailleurs, dans le système traditionnel, le chef de famille ne contrôle pas tout le travail de ses dépendants (femmes, enfants et jeunes frères non mariés) mais seulement la fraction déterminée par la coutume qui est consacrée à la culture du champ familial dont il contrôle la récolte.

Les femmes et les cadets ont leurs propres champs, le produit leur en appartient. Dans les familles polygames, la femme est responsable de la nourriture de ses enfants, le mari étant nourri à tour de rôle par chacune de ses épouses (ou par toutes simultanément). Les femmes ont une réelle indépendance économique, grâce à leur production et à la vente des surplus qu'elles sont souvent les seules à commercialiser (la fierté d'un homme étant d'avoir ses greniers pleins plutôt que de l'argent). Les cultures sont réparties par la tradition entre hommes et femmes. Chez les Soninké par exemple, l'homme est responsable des grains (mil et maïs pour préparer le couscous) et la femme doit préparer la "sauce" (à base d'arachide, de légumes, de condiments achetés). Les femmes pratiquent aussi traditionnellement la riziculture dans les petits bas-fonds.

Pour une culture donnée, il existe un échange de "services" entre hommes et femmes. Certaines tâches sont spécifiquement masculines ou féminines. Par exemple, chez les Haalpulaar, les femmes participent aux semis, puis à la récolte des sorghos de décrue, le reste est l'affaire des hommes. Le repiquage est une spécialité féminine. Mais lorsque la part du travail féminin devient déterminante, les femmes vont réclamer leur dû, sous forme d'une fraction de la récolte, ou d'un échange de travail sur leur propre parcelle (27).

(27) Pour une analyse des rapports hommes/femmes dans les activités rizicoles traditionnelles, le lecteur pourra consulter le remarquable travail de M. Pelissier "Les paysans du Sénégal".

La plupart des projets d'irrigation ignorent, candidement, cet équilibre interne des échanges de travail, de terres, de denrées et d'argent au sein de la famille. Les parcelles irriguées sont attribuées aux chefs de famille nominalement. Ceux-ci y voient, bien sûr, un moyen de raffermir leur autorité, menacée par l'extension des échanges monétaires qui échappent à leur contrôle. Ils se gardent donc de procéder à une redistribution interne à la famille, d'autant que les cultures irriguées sont en général imposées par le "projet" et ne correspondent pas forcément à la répartition traditionnelle des spéculations.

### **Les exigences des femmes, des cadets et des associations de jeunes dans les projets d'irrigation**

Les conséquences de cet accaparement des terres irriguées par les chefs de famille sont multiples. En premier lieu, ils n'arrivent pas à mobiliser la main-d'oeuvre familiale sur les champs irrigués, qui, de ce fait, ne peuvent être cultivés intensivement.

Il est intéressant de constater qu'après cinquante ans de mise en valeur de l'Office du Niger, les femmes des colons songhaï ne fournissent toujours qu'un travail limité sur les parcelles rizicoles de leurs maris qui sont obligés de faire appel largement à de la main-d'oeuvre salariée, extérieure à la famille. Les raisons sont en partie culturelles. Dans la tradition songhaï, le prestige d'un homme est de ne pas faire travailler sa femme; en revanche, ces femmes s'intéressent beaucoup aux petites parcelles de maraîchage qu'elles peuvent cultiver pour elles-mêmes en marge du périmètre rizicole.

Les femmes (et les cadets) réclament fréquemment leurs propres périmètres irrigués, soit en extension du périmètre existant, soit avec une gestion autonome pour jouir de la maîtrise de leur production.

On voit ainsi se multiplier dans la zone de Matam à Bakel au Sénégal des jardins collectifs féminins consacrés au maraîchage à côté de périmètres céréaliers en partie

en friche, faute de main-d'oeuvre. Dans la zone du Delta du Fleuve Sénégal, ce sont les périmètres des "foyers de jeunes" qui se sont multipliés alors même que les grands casiers de la SAED étaient sous-exploités.

Lorsque les villageois effectuent eux-mêmes le choix de la parcellisation du périmètre, il leur arrive de prendre en compte ces aspects en réservant une zone spécifique pour les femmes (voir le cas de Gouthioubé au Mali et plus généralement les périmètres soninkés du Sénégal). C'est la raison pour laquelle nous soulignons l'importance de la prise en compte de ces problèmes d'organisation interne de la famille dès la conception d'un périmètre irrigué. En effet, un projet d'irrigation aura d'autant plus de chances de réussite qu'il sera proche du fonctionnement habituel de la famille et du village.

Le groupe familial reste un niveau d'organisation et de décision important sur le plan des activités agricoles. Nous allons à présent identifier les éléments de la stratégie familiale (vue du point de vue du chef de famille) qui déterminent la place réservée à l'irrigation dans le système de production agricole.

### **Il existe une concurrence au sein de la main-d'oeuvre familiale**

On compare très souvent les rendements des cultures irriguées aux rendements des cultures traditionnelles, par exemple le riz irrigué produit 5 t/ha contre 600 kg/ha de sorgho en zone de décrue et on en conclut que l'intérêt de l'irrigation est évident. C'est oublier qu'en général, les paysans africains ne sont pas tant limités par les surfaces disponibles mais plutôt par le temps de travail exigé par chaque culture.

Pour reprendre l'exemple précédent, le riz repiqué demande 200 jours de travail à l'hectare (28) et il faut prévoir l'équivalent de 1,5 t paddy en charges et redevances pour l'irrigation, alors que le sorgho de décrue ne demande que 40 jours de travail.

(28) *Ces temps de travaux sont donnés à titre indicatif car les données d'enquête sont contradictoires. Certaines indiquent que le riz irrigué nécessite 800 jours de travail à l'ha dans les petits périmètres. Ce chiffre nous paraît très exagéré (résultat d'une sous-productivité du travail sur le périmètre?). Tout dépend s'il s'agit de travail effectif ou de "temps de présence sur le périmètre" (qui devient aussi de fait un "lieu social").*

En conclusion, la journée de travail en rizière rapporte 12,5 kg de paddy alors que la journée de culture de décrue équivaut à 15 kg de sorgho. En cas de pointe de travail, s'il y a concurrence entre le riz et le sorgho, la priorité est donnée au sorgho.

### **Les flux matériels et financiers, les stratégies**

#### **L'irrigation modifie aussi les flux d'échanges matériels et financiers**

L'introduction de l'irrigation entraîne une modification profonde des échanges entre les unités familiales et leur environnement, comme au sein de la famille elle-même.

Tout d'abord, les frais de fonctionnement du périmètre irrigué peuvent être lourds lorsqu'ils sont basés sur des systèmes de pompage profonds. Ils atteignent des sommes de l'ordre de 75500 à 150000 Fcfa, soit l'équivalent monétaire de 1 à 2 t de céréales. Ces dépenses concernent des produits importés, aussi bien carburant, pièces détachées qu'engrais et pesticides.

Six mois avant la récolte, l'irrigant doit débourser une somme importante. Pour renouveler ce fonds de roulement, il lui faut commercialiser au moins la moitié de sa production. Il s'agit là d'une démarche entièrement nouvelle par rapport au fonctionnement traditionnel de la cellule familiale, caractérisée par une prédominance de

l'autoconsommation et une absence d'argent liquide. En effet, le produit des ventes réalisées par les femmes est immédiatement dépensé.

Le seul "capital circulant" mobilisable, mais pas immédiatement, c'est le bétail, vendu ou abattu dans les grandes occasions (mariages, décès). A l'exception des grands commerçants et des marabouts, le chef de famille rurale sahélien a très peu d'argent liquide. Il en sera ainsi tant qu'il n'y aura pas une solide implantation de caisses d'épargne et de crédit bien structurée.

### **Il faut compter avec l'intelligence paysanne**

Les paysans sahéliens ont une très forte "stratégie anti-aléatoire" (anti-risque). Confrontés à un climat imprévisible, ils ont l'habitude de "ne pas mettre tous leurs oeufs dans le même panier". Ils savent diversifier au maximum leurs cultures, disséminer leurs parcelles en différentes zones du terroir et utiliser des mélanges de variétés.

Contrairement à certains agriculteurs capitalistes qui prennent certains risques et essaient des productions nouvelles "pouvant rapporter gros", le paysan sahélien ne peut, en cas d'échec ou de mauvaise année, revendre une partie de ses terres ou de son matériel. Il peut seulement vendre son bétail s'il en a. Cependant, la valeur du bétail a tendance à chuter sérieusement les mauvaises années et, avec le manque de bétail, surgit le spectre de la famine.

Les paysans sahéliens ont tendance à annexer comme élément supplémentaire de leur stratégie anti-risques cette nouvelle technique que constitue l'irrigation. Ils intègrent la parcelle irriguée dans leur système diversifié de cultures.

Le périmètre irrigué est perçu logiquement comme une nouvelle extension du terroir villageois, un nouveau milieu agricole où il importe d'avoir un champ, même petit, mais rarement comme une alternative au système de culture en place. En effet, les paysans sont très réticents à abandonner leurs champs traditionnels au profit de la culture irriguée car cela reviendrait à tout miser sur une technique nouvelle, donc psychologiquement et socialement hautement risquée (29). Les risques objectifs de l'irrigation sont effectivement loin d'être négligeables.

(29) *Sauf dans le cas de jeunes "colons" qui émigrent d'une région surpeuplée vers un périmètre aménagé; ou d'ex-émigrés qui rentrent au pays en investissant dans l'agriculture mécanisée.*

### **Les risques de l'irrigation existent, les paysans le savent...**

L'irrigation n'est pas une technique dépourvue de risques, contrairement à ce qu'en disent les concepteurs des périmètres irrigués. Il y a tout d'abord des risques techniques moins négligeables qu'on ne le pense: rupture de stock de carburant ou pièces détachées pour les pompes, ruptures de digues dans les zones inondables. Ils peuvent compromettre la récolte de l'année.

Il existe également un risque à moyen terme: comment va évoluer le nouvel aménagement, comment vont se comporter les canaux, va-t-on enregistrer une baisse de la fertilité des sols par diminution de la matière organique ou salinisation progressive? Il y a enfin un élément d'incertitude lié à la position de l'Etat sur les périmètres irrigués (changement du droit foncier, des structures d'encadrement, de la politique des prix agricoles).

### **Causes d'échecs à Guia au Sénégal**

*Dans le cas du périmètre de Guia, situé dans le casier de Nianga au Sénégal, M. Lericollais a calculé qu'en onze ans, les paysans n'ont pu réaliser que 24*

*campagnes sur les 33 théoriquement possibles. Sur ces 24 campagnes, seules 14 peuvent être considérées comme réussies, 5 ont rencontré des problèmes sérieux et 5 ont été reconnues sinistrées. Différentes causes expliquent les échecs rencontrés: attaques très violentes de parasites ou prédateurs parce que les cultures sont décalées par rapport à leur cycle habituel (rats et termites sur le maïs, attaques d'oiseaux sur le riz de contre-saison);*

- pannes de motopompe en cours de végétation;*
- mauvaise maîtrise des nouveaux moyens techniques (désherbage chimique trop tardif);*
- manque d'eau dans le fleuve empêchant le pompage;*
- salinisation d'une partie des sols à cause d'un mauvais drainage;*
- difficultés de commercialisation pour des productions nouvelles;*
- non respect de contrat pour des poivrons par un commerçant, manque de caisses pour évacuer les tomates en pleine production.*

Ces incertitudes font énormément varier le revenu monétaire d'une campagne sur l'autre! Les charges de culture et d'irrigation représentent l'équivalent de 2 t de paddy/ha (redevance due à la SAED). Pour les paysans de Guia, force est d'admettre une augmentation des risques par rapport à leur système traditionnel de décrue (lui-même déjà risqué!).

Imaginer que, face à ces incertitudes, un paysan dont les parents et les grands-parents ont toujours vécu de l'agriculture traditionnelle, va décider de l'abandonner pour se reconvertis à la culture irriguée relève donc de l'utopie.

Quand bien même on peut démontrer la possibilité d'obtenir de meilleurs résultats économiques "moyens" sur une longue période.

### **Les producteurs réduisent les risques en associant cultures pluviales et cultures irriguées et en adaptant leur calendrier de travail**

L'irrigation introduit dans le calendrier de travail une souplesse que n'ont pas les cultures pluviales ou de décrue. On peut en effet choisir la date du démarrage de l'irrigation et donc du semis alors que la date du semis de décrue est strictement fixée par la décrue elle-même. C'est la raison pour laquelle les paysans essayent de tirer partie de cette souplesse en décalant les cultures irriguées par rapport aux cultures pluviales, afin d'éviter les périodes de sous-emploi, ou au contraire de pointes de travail excessif.

Dans la région de Bakel par exemple, la pluviométrie suffit, en année normale, pour obtenir environ 600 kg de sorgho pluvial à l'ha. Il est très important, pour réussir cette culture, de semer aux premières pluies puis d'effectuer un sarclage précoce. On note donc une pointe de travail en juin-juillet, suivie d'une période moins intensive, puis la récolte s'échelonne. Le gardiennage peut être assuré par les enfants.

Au grand désespoir des techniciens, presque tous les groupements de la région attendent donc août/ septembre pour le semis du riz, au risque d'avoir de mauvais rendements si la floraison survient durant la période fraîche. Du point de vue des paysans, il s'agit pourtant d'un calcul tout à fait raisonnable. Ils essayent de conserver le bénéfice des récoltes pluviales (les bonnes années) tout en gardant une production assurée par le périmètre rizicole, même si le rendement en est médiocre.

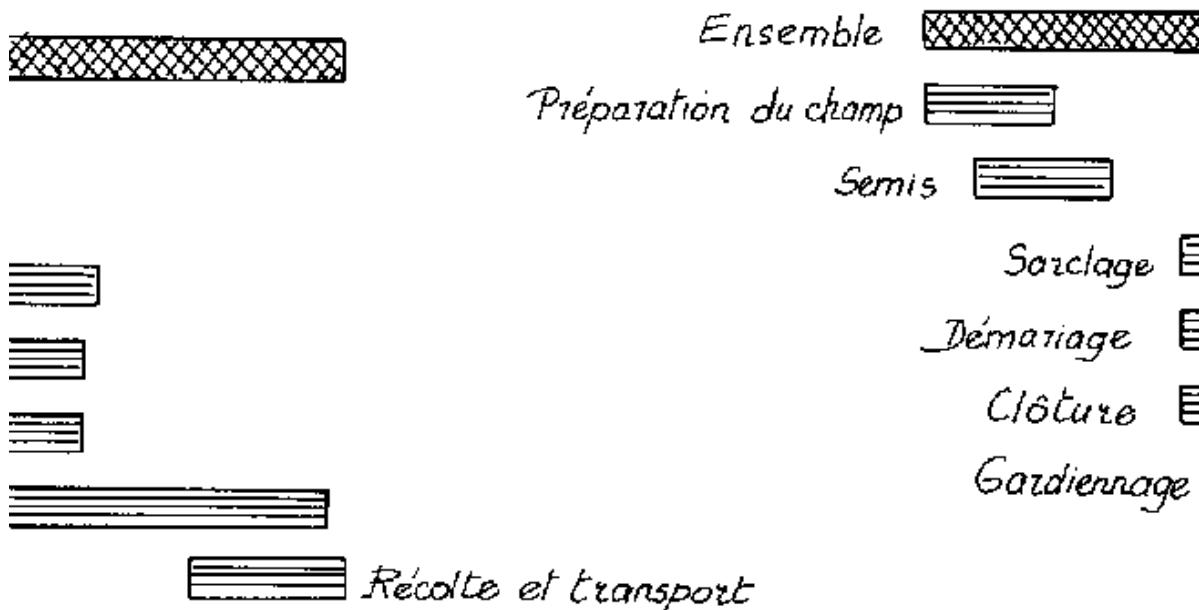
Il serait possible d'obtenir une meilleure récolte totale moyenne sur l'année en choisissant d'abandonner les cultures pluviales qui ne donnent qu'une année sur deux, et de pratiquer systématiquement une double culture riz sur riz, ou riz sur maïs. Mais cela supposerait alors l'abandon des terres de la famille et des cultures traditionnelles par l'ensemble des villageois, ce qui est difficilement concevable.

Par contre, aux environs de Matam, les surfaces cultivables en décrue (*walo* et *falo*) sont primordiales pour l'économie familiale, alors que les cultures pluviales (1,5 ha de *walo* par famille et 0,15 à 2 ha de *falo* en moyenne) sont plus aléatoires qu'à Bakel (pluviométrie moyenne inférieure 500 mm/an contre 650 à Bakel). De ce fait, les paysans ont essayé de réaliser leur culture de riz irrigué suffisamment tôt dans la saison pour que la récolte soit terminée au début des semis de décrue. En cas de concurrence, ils privilégièrent systématiquement les cultures irriguées par rapport aux cultures pluviales mais ils répugnent à pratiquer un deuxième cycle de culture irriguée en contre-saison, malgré les recommandations de la SAED, car il y a alors concurrence directe avec la culture de décrue (30).

(30) D'après J.Y. Weigel (ORSTOM, 1982) "Les Soninké du Sénégal" et F. Berger, A. Lautier (CRDR, 1981) "La culture irriguée à Matam".

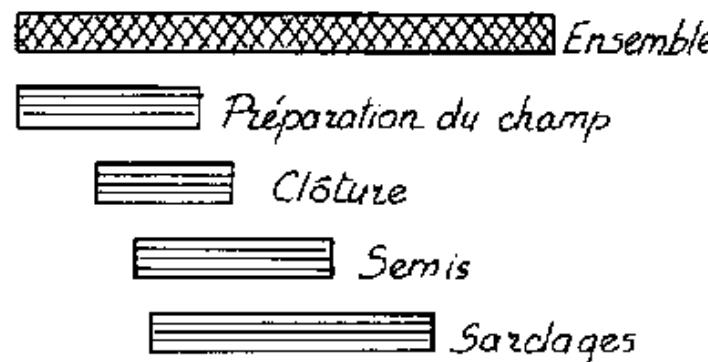
JAN | FEV | MARS | AVRIL | MAI | JUIN | JUIL | AOÛT | SEPT | OCT | NOV | DEC.

Culture de découpe 1978-1979 (Waalo et Falo)



JAN | FEV | MARS | AVRIL | MAI | JUIN | JUIL | AOÛT | SEPT | OCT | NOV | DEC.

Culture sous pluie 1979



Calendriers de travail à Matam et Bakel (Source: Weigel)

### Aussi les stratégies agricoles varient-elles...

Les agriculteurs adoptent également une stratégie flexible en fonction du climat et de l'environnement. Il est fréquent de les voir ensemencer à la fois des bas-fonds et des zones hautes, afin que les bas-fonds produisent en année sèche et les zones hautes en année pluvieuse.

La même stratégie est étendue au périmètre irrigué. En année pluvieuse, ou si la crue a été bonne, il arrive que les paysans décident de ne pas avoir recours à l'irrigation. Là encore, ils préfèrent attendre le milieu de la saison des pluies avant de commencer l'irrigation, du moins en hivernage. Cette technique a été appliquée à Podor et Matam, en 1988, à la suite d'une très bonne crue. De nombreux villages ont décidé de ne pas irriguer cette année-là. C'est une stratégie très rationnelle à condition qu'elle ne débouche pas sur une dégradation irréversible du réseau d'irrigation, et que les organismes de financement acceptent d'accorder un moratoire sur les remboursements de leurs prêts.

Dans certaines zones (Podor), les paysans ont tellement intégré le risque climatique dans leur stratégie qu'ils ont semé du mil en terres hautes (dieri) pendant six années successives, sans rien récolter à cause de la sécheresse mais sans se décourager pour autant.

Toutes les familles ne réagissent pas de la même manière aux risques introduits par l'irrigation: la peur du risque est souvent plus marquée chez les paysans les plus démunis, qui ne disposent d'aucune réserve de capital (en argent ou en nature). Ils ne bénéficient donc guère de projets d'irrigation pourtant conçus pour eux alors que les paysans aisés ou les commerçants en tirent meilleur parti (page 108).

### Une tendance fâcheuse à l'expansionnisme foncier

Comme nous l'avons vu au début du chapitre II, ce n'est qu'en cultivant ou en faisant cultiver la terre qu'on peut maintenir et réaffirmer son "droit d'usage". Par ailleurs, une terre non cultivée pendant une longue période ne peut être refusée à un nouveau cultivateur qui en fait la demande aux autorités traditionnelles.

Pour préserver l'accès à la terre de sa famille et des générations futures, le paysan africain est donc contraint de poursuivre la mise en culture régulière. Il a même tendance à l'expansionnisme lorsque l'occasion s'en présente, ce qui aboutit à des pratiques très extensives.

Dans cette logique foncière, lorsqu'un périmètre irrigué est créé sur le terroir villageois, chaque famille y veut une parcelle afin d'étendre ses disponibilités en terre, même si elle n'envisage pas d'y transférer une partie significative de ses ressources (en travail, en argent) pour en tirer un revenu appréciable. A l'opposé, les familles qui voient dans l'irrigation une alternative réelle pour augmenter leur production ne peuvent pour autant abandonner leurs champs traditionnels, sauf en acceptant d'hypothéquer l'avenir de leurs descendants.

C'est pourquoi, dans les périmètres villageois, les rendements varient énormément d'une parcelle à l'autre. Malgré des stratégies agricoles différentes chacun tient à conserver son "droit d'irrigation", quitte à ne cultiver que de manière symbolique, de sorte que la récolte couvre à peine les charges. Pour éviter cela, il y aurait lieu d'encourager les locations de parcelles irriguées moyennant un paiement symbolique. Ce qui aurait pour effet de réaffirmer le droit de la famille "détentrice" à récupérer sa parcelle à tout moment.

De tels transferts de parcelles sont d'ailleurs déjà pratiqués, selon des modalités variables. Nous avons évoqué les mécanismes d' "hypothèque" des parcelles irriguées chez les haalpulaar de Mauritanie. Au Sénégal, le transfert de parcelles par métayage est fréquent. La redevance peut atteindre 50 % de la récolte (se reporter aux cas de périmètres de Tombouctou, évoqués page 108, et celui de Sadel sur la rive gauche du Sénégal).

### **Chaque attributaire a ses propres objectifs**

Au sein d'un village, il existe une grande diversité de situations selon les familles. Certaines disposent de plus de terres ou de bétail, d'autres ont une main d'oeuvre abondante, d'autres enfin ont des sources de revenus non-agricoles.

Selon leur position dans la famille, les objectifs des attributaires peuvent différer. Un jeune homme recherchera en priorité l'accumulation monétaire afin de se marier ou de pouvoir émigrer, alors qu'un chef de famille privilégiera la production vivrière pour renforcer son contrôle de la famille et son prestige au sein du village.

Même dans des villages homogènes, cela se traduit par des stratégies agricoles variées, y compris dans le cas de parcelles irriguées qui affectent les résultats globaux. Les deux exemples décrits page suivante en témoignent.

### **Exemples de stratégies agricoles**

#### **• Diversité des stratégies à Goutioubié au Mali**

*Une étude menée en 1988 (par le GRDR) sur seize familles de ce village très uni a montré qu'au sein d'un même périmètre, avec un accès à l'eau facile pour tous, les rendements en riz variaient de 2,5 à 6 t/ha selon les familles. Et cela sur des parcelles relativement petites, de l'ordre de 0,5 ha par famille. La différence ne s'expliquait ni par la quantité de main-d'oeuvre disponible, ni par l'accès aux intrants, puisque le regroupement assurait un crédit de campagne à ses membres. Une étude plus fine a permis l'identification de plusieurs types de familles, différemment motivées:*

- des familles sans activités extra-agricoles, avec peu de revenus en provenance des émigrés, jouent la carte de l'intensification céréalière sur le périmètre en utilisant des techniques comme le planage des parcelles avant semis et le désherbage précoce;*
- des familles de taille moyenne, disposant de revenus plus élevés provenant de l'émigration, diversifient leurs cultures entre le périmètre et les cultures de décrues traditionnelles. Leur objectif apparent (car il faudrait analyser la stratégie individuelle de chaque membre de la famille, des femmes en particulier) est de maximiser les productions de vente (cultures de patate douce en décrue). Elles n'obtiennent toutefois que des rendements moyens en riz (4 t/ha) et elles ont l'habitude d'acheter des céréales à l'extérieur avec l'argent des migrants;*
- des familles sans revenu migratoire, mais avec une activité extra-agricole conséquente: pêche, couture, fonction religieuse (marabout) ou politique (chef de village, griot) leur procurant des revenus réguliers et substantiels. La main-d'oeuvre est peu disponible pour le périmètre et obtient les plus faibles rendements (2 à 3 t/ha). Une telle diversité dans les objectifs et les résultats des exploitations ne facilite pas la gestion du périmètre. Les familles à stratégie intensive, avec peu d'activités extérieures, seraient probablement prêtes à investir du travail pour mieux entretenir le périmètre mais elles se heurtent au manque d'enthousiasme des familles à stratégie extensive. Il serait utile de regrouper par secteurs d'irrigation les exploitants ayant des stratégies similaires. Malheureusement, la redistribution foncière est impossible, chacun préférant garder "sa" parcelle dont la possession est légitimée par l'autorité villageoise.*

• ***Logique monétaire et stratégies agricoles dans le périmètre de Korioumé à Tombouctou (31)***

(31) *D'après le rapport d'évaluation de P. Mathieu à la demande de l'ONG "Iles de Paix".*

*En 1978, un périmètre de 550 ha irrigué par pompage a été aménagé à 9 km de Tombouctou avec un financement extérieur. Il a été subdivisé en parcelles de 0,5 ha, distribuées par les autorités traditionnelles (chefs de quartier) de la ville de Tombouctou et par l'Administration locale. En principe, les familles agricoles devaient en bénéficier. En réalité il s'agissait plutôt de familles d'origines diverses incluant petits artisans, commerçants et fonctionnaires.*

*Après quelques années de fonctionnement (1985), on observe un double phénomène.*

*- Les plus pauvres adoptent un itinéraire technique extensif (semis direct de semences non sélectionnées, pas d'engrais, désherbage tardif) qui aboutit à des rendements faibles (2 t/ha) et décroissants. Cela explique l'enherbement croissant des parcelles et la baisse apparente de fertilité. C'est alors qu'un véritable cercle vicieux s'installe: du fait de leur faible récolte, ils ne peuvent rembourser leurs dettes (contractées auprès des commerçants à des taux usuriers de 100 % sur six mois) ou payer leurs redevances d'irrigation. Ils sont alors contraints de céder leurs parcelles à des exploitants plus aisés qui règlent leurs redevances à leur place.*

*- Les plus aisés, qui disposent de revenus extérieurs (commerçants, fonctionnaires) emploient une abondante main-d'œuvre salariée et utilisent les techniques intensives (repiquage, engrais, labour au tracteur). Ils obtiennent de meilleurs rendements et une meilleure marge à l'hectare. Ils contrôlent alors une part croissante des terres irriguées grâce à la "location" de parcelles. Ils pratiquent même d'autres formes de métayage où ils avancent les fonds nécessaires en échange d'une partie de la récolte.*

*Ce résultat paradoxal (on pourrait penser que les familles les plus pauvres essaieraient d'investir au maximum leur force de travail sur le périmètre afin d'améliorer leurs revenus) est dû au contexte particulier de ce périmètre semi-urbain, voyons pourquoi. Bien que pauvres, les familles urbaines ont parfois accès à des emplois de type artisanal ou "petit boulot" qui assurent une rémunération du travail égale ou supérieure au coût de la journée de travail agricole. Ils préfèrent donc garder leurs activités urbaines et employer des saisonniers, originaires d'autres zones rurales, que de travailler eux-mêmes sur le périmètre. Ce d'autant que la distance du périmètre à la ville (9 km) ne favorise pas les déplacements quotidiens. De ce fait, leur maîtrise technique reste faible. Comme il faut investir de l'argent pour cultiver (les charges représentent environ 40 % de la production actuelle, bien que les frais de pompage soient largement subventionnés), les familles pauvres préfèrent limiter leurs dépenses au strict minimum. Quitte à obtenir une récolte médiocre, elles ne prennent pas le risque d'investir dans ce qui leur apparaît aléatoire.*

*On voit donc comment la stratégie "financière et anti-aléatoire" des familles entre en contradiction avec la recherche d'une production plus intensive, et à terme d'une augmentation des revenus.*

**Quelles solutions permettraient de résoudre le problème de la diversité des stratégies au sein des périmètres villageois?**

Les villageois pourraient se regrouper, non au niveau de l'ensemble du village pour pratiquer l'irrigation, mais au sein de groupements d'individus ayant la même stratégie.

De fait, c'est un peu l'évolution qui se dessine au Sénégal où de petits GIE (adhésion volontaire sur la base d'affinités personnelles) se multiplient aux dépends des

périmètres irrigués villageois.

L'inconvénient de cette formule est qu'elle limite l'accès l'irrigation à une minorité qui peut mobiliser les moyens financiers nécessaires et faire valoir des droits fonciers traditionnels sur les bords du Fleuve. Il est très difficile, dans le cas de groupements villageois déjà constitués, de revenir en arrière pour proposer un éclatement en sous-groupes plus homogènes. Ce qui est logique car il est quasiment impossible de remettre en cause les accords établis lors de la négociation qui a précédé la création et le lancement (sur le plan foncier en particulier) du périmètre villageois.

### **Logique technicienne et logique paysanne**

#### **QUESTIONS UTILES AU TECHNICIEN SUR LE TERRAIN**

*Il est bien difficile de prévoir les incidences de l'introduction de l'irrigation sur le fonctionnement des familles rurales d'une région. Prévoir l'abandon complet des anciennes activités agricoles au profit de l'irrigation est illusoire, même si celle-ci semble plus rentable a priori.*

*Par contre, dans le cas où d'autres expériences d'irrigation existent déjà dans la région, il est possible d'approfondir la discussion avec les villageois en allant visiter les périmètres installés depuis quelques années. Cela permet de mieux cerner les questions importantes avec les irrigants expérimentés. Avec leur concours, il sera plus aisément de répondre aux interrogations suivantes.*

- *Comment comparer la productivité du travail dans le système traditionnel et le système irrigué?*
- *Y aura-t-il concurrence de main-d'œuvre, à quelle période? Pourra-t-on l'éviter, comment?*
- *Les différents membres de la famille (cadets, jeunes femmes) ont-ils accès à différents types de parcelles et de revenus dans le système traditionnel? Aura-t-on l'équivalent sur le périmètre?*
- *Peut-on adapter le calendrier de l'irrigation aux autres activités agricoles?*
- *Y a-t-il des variations dans l'utilisation du périmètre d'une année sur l'autre compte tenu des circonstances climatiques?*
- *Quels sont les risques associés à l'irrigation? Comment les limiter?*
- *Y a-t-il des différences de stratégie d'un attributaire à l'autre, d'une famille à l'autre? Comment expliquer ces différences? Peut-on prévoir de regrouper les attributaires, en fonction de leurs stratégies?*
- *Y a-t-il des formes de prêt de terre ou de métayage? Comment peut-on favoriser une appropriation souple des parcelles qui permette de donner les parcelles irriguées à ceux qui sont prêts à les cultiver plus intensivement?*

Toutes ces questions serviront également au technicien qui appuie un périmètre existant. Il peut aussi se demander pourquoi bon nombre de ses recommandations sur le calendrier des productions ne sont pas respectées. Il trouvera certaines réponses en s'intéressant aux logiques familiales qu'il a en face de lui Pour les décrypter, il lui faut analyser:

- la disponibilité et la répartition de la main-d'œuvre selon les cultures et le statut familial (répartition du travail entre hommes et femmes),
- le niveau de revenu comparé des différentes cultures irriguées ou non, rapporté au travail nécessaire;
- les différences de stratégies entre les familles, en fonction de leurs autres ressources et les conflits éventuels qui en résultent au sein du groupement;
- les problèmes techniques spécifiques qui n'ont pas été envisagés dans les stations d'expérimentation.

## Impact de l'irrigation sur l'environnement villageois

### Effets sur la santé publique

En l'absence de propriété privée de la terre, l'unité pertinente pour raisonner les techniques agro-sylvo pastorales en zone sahélienne est le terroir villageois beaucoup plus que la parcelle cultivée. La gestion et l'exploitation des ressources naturelles (bois, fourrage, pêche et chasse, cueillette, eau, etc.) se raisonne en effet au niveau du terroir, dans le droit coutumier villageois. De plus, les transferts de fertilité à travers les animaux et la collecte du bois principalement, jouent un rôle fondamental dans le fonctionnement du système agricole.

L'introduction d'un périmètre irrigué a, de ce point de vue, de lourdes conséquences sur les ressources non agricoles, l'élevage en particulier. Trop souvent, on évalue la production d'un périmètre irrigué uniquement par l'accroissement de production agricole qui en résulte, sans tenir compte des variations de production animale, de la cueillette, etc. L'effet sur les ressources hydriques est plus évident, mais il n'est pas toujours pris en compte (l'unité pertinente dans ce cas est le bassin versant).

Il faut accorder une attention particulière aux conséquences de l'irrigation sur la fertilité des sols. Les mécanismes traditionnels de maintien de la fertilité ne fonctionnent plus, et trop souvent une baisse rapide de la fertilité en découle.

En dernier lieu, le périmètre irrigué, en modifiant les conditions micro-climatiques locales a parfois un effet non négligeable sur la prolifération des vecteurs de diverses maladies, et donc sur la santé humaine qui doit être surveillée.

## Conséquences de l'irrigation sur les productions non agricoles

### Effet sur la cueillette, la chasse, la pêche, l'élevage, etc.

Si le terrain du futur périmètre irrigué est couvert d'arbres et d'arbustes, c'est pour le village, la source de bois de feu qui disparaîtra, tout comme le refuge de certains

animaux sauvages chassés et consommés par les villageois. De plus, les femmes seront privées de fruits et d'herbes sauvages qu'elle rapportaient pour leurs sauces.

Le déboisement est souvent aggravé par la fabrication de clôtures en bois autour du périmètre et leur réfection périodique. Si la zone est marécageuse, c'est alors un milieu de reproduction des poissons qui risque d'être anéanti, et avec lui une des principales sources de protéines locales.

Enfin, les zones potentiellement irrigables au bord des cours d'eau sont souvent des zones de production fourragère, pendant la saison sèche en particulier. C'est pourquoi l'effet de l'irrigation sur l'élevage doit toujours être pris en compte lors de la préparation des projets.

Voici un exemple d'évaluation des conséquences agricoles du développement de l'irrigation sur toute une région:

### **L'impact des aménagements hydro-agricoles sur l'élevage, la pêche et les rapports entre ethnies dans le delta du Sénégal**

*Le delta du fleuve Sénégal a été profondément transformé par la grande digue. Celle-ci a empêché les inondations annuelles depuis 1964 et a permis la mise en culture de 10000 ha de riz irrigué.*

*On a observé les mutations suivantes (32):*

*- l'arrêt des inondations et la décrue annuelle dans les cuvettes salées, conduisant à une réduction considérable du potentiel fourrager durant la saison sèche (les pâturages de décrue du delta pouvaient nourrir 100000 bovins (UBT) en saison sèche avant 1964 selon la pluviométrie de l'année depuis 1965). Cette réduction a amené l'arrêt total des transhumances pratiquées traditionnellement par les Maures (vers le nord) et par les Peulhs (vers le sud-ouest) en hivernage;*

*- la réduction du cheptel de 80000 à 30000 têtes environ, causée par les mortalités exceptionnelles observées durant les années sèches;*

*- l'utilisation croissante des sous-produits de l'agriculture (pailles de riz, tourteaux d'arachide achetés) dans l'alimentation des bovins en saison sèche;*

*- le développement d'un système d'embouche intensif par les Wolofs riziculteurs qui achètent de jeunes bovins après la récolte grâce à l'argent de leurs ventes et les revendent après engrangement à partir de leurs sous-produits;*

*- la spécialisation des Maures dans le commerce local et conversion des Peulhs à la riziculture intensive;*

*- des tensions foncières parfois vives entre Peulhs et Wolofs lors de l'aménagement des cuvettes, pour le contrôle des nouveaux casiers irrigués. L'intervention de l'État est parfois nécessaire;*

*- la disparition des cultures de décrues traditionnelles mais développement du maraîchage de décrue sur les berges des cours d'eau, puisque grâce au barrage l'eau reste douce toute l'année;*

*- la baisse de la production de poisson du fait de la disparition des zones de frai traditionnelles et des confluents saumâtres;*

- le développement du salariat, grâce à l'énorme appel de main-d'œuvre de la compagnie sucrière sénégalaise qui exploite l'essentiel des 8000 ha mis en culture par de grosses unités agro-industrielles (7000 salariés employés saisonnièrement).

(32) Jamin et Tourraud. Evolution de l'agriculture et de l'élevage dans une zone de grands aménagements: le delta du fleuve Sénégal. CIRAD/ISRA. 1986.

*Il serait intéressant de faire le "bilan" final en déduisant de l'augmentation de production due au riz irrigué (36000 t par an environ) les baisses de production dues aux agro-industries et à la diminution du cheptel, de la pêche et des cultures de décrue traditionnelle. Il faudrait évidemment intégrer dans ce bilan le coût de l'aménagement, et surtout celui de son entretien actuel et des subventions diverses, directes ou indirectes, que l'Etat sénégalais doit consentir pour assurer l'entretien du nouveau système d'irrigation. Cette évaluation reste à faire.*

### **Effet sur l'élevage**

L'élevage a souvent une grande importance au sein de la communauté villageoise ou dans les rapports entre le village et les groupes ethniques voisins. Certaines zones des terroirs sont réservées au pâturage de manière permanente ou à certaines saisons seulement. Le bétail a très fréquemment le droit de "vaine pâture" sur tout le terroir villageois après les dernières récoltes. Le petit bétail est parfois laissé en liberté à cette période.

Il y a évidemment une réglementation coutumière spécifique à chaque zone, réglant les rapports entre éleveurs et agriculteurs qui sont souvent les mêmes personnes. Les pasteurs doivent tenir leurs animaux à l'écart des zones cultivées durant l'hivernage et sont responsables des dégâts qui pourraient survenir du fait de leur négligence.

Par contre, pendant la saison sèche, on considère que les cultivateurs ont le devoir de clôturer leurs champs pour éloigner le bétail, les éleveurs n'étant plus responsables des dégâts éventuels. C'est pourquoi les jardins de décrue sur les bords du fleuve Sénégal (Falo) sont enclos d'épaisses barrières d'épines. Les petits jardins irrigués par puits sont également fréquemment enclos. On est donc là dans une situation analogue à celle qui existait dans les campagnes françaises dans l'ancien régime, lorsque le droit de "vaine pâture" rendait impossible les cultures dérobées (la jachère cultivée). En France, il a fallu attendre la Révolution pour que les nouvelles lois consacrent le droit de propriété absolue sur la terre, et permettent la diffusion des nouvelles techniques agricoles.

L'impact de l'irrigation sur l'élevage n'est pas le même pour les villageois ou pour les éleveurs extérieurs. En effet, les périmètres entraînent une mise à disposition de sous-produits (pailles, fanes) utilisables pour l'alimentation du bétail. L'effet peut donc être positif pour le bétail des villageois (qui se réservent ces sous-produits). Il faut d'ailleurs tenir compte, lors de la conception, de l'effet du parage du bétail villageois sur le périmètre après les récoltes et prévoir, si nécessaire, des voies d'accès et des sites d'abreuvement qui évitent le piétinement et la dégradation des digues et des canaux.

En revanche, pour les éleveurs extérieurs, l'effet est généralement négatif. Ils perdent des ressources fourragères précieuses et se voient de plus en plus obligés de modifier leurs habitudes de gardiennage du bétail. Parfois, leurs points d'abreuvement habituels sont rendus inaccessibles.

### **Nécessité de consulter les éleveurs nomades**

Lorsque le futur périmètre irrigué se situe sur une zone fréquentée uniquement par le bétail du village, les conflits sont faciles à résoudre. Par contre, lorsque le site prévu emprunte une zone de parcours traditionnel d'autres groupes extérieurs au village, ou d'éleveurs spécialisés sédentarisés, les conflits peuvent devenir beaucoup plus sérieux et difficiles à régler. Les éleveurs voient en effet leurs ressources fourragères diminuer, surtout si le périmètre est situé dans un bas fond autrefois pâturé en

saison sèche. On leur demande en plus de modifier leurs techniques pastorales et de surveiller étroitement leurs animaux, alors qu'ils ont l'habitude de suivre de vastes troupeaux en semi-liberté. Souvent, les zones irriguées leur coupent l'accès aux points d'eau traditionnels (puisque'ils se trouvent souvent aux alentours des lacs ou des fleuves et leur barrent leurs passages de transhumance traditionnels).

Il faut donc identifier très tôt les groupes d'éleveurs de la région qui fréquentent le site irrigable, même s'il ne s'agit que d'un passage rapide durant la transhumance. Cela afin qu'une négociation s'instaure entre eux et les futurs bénéficiaires de l'irrigation. La négociation doit porter en particulier sur les clôtures à construire, les règles applicables en cas de conflit dus à des dégâts causés par du bétail.

## L'irrigation et les ressources naturelles

### Le difficile maintien de la fertilité des sols

En zone sahélienne, le maintien de la fertilité des sols est étroitement lié aux pratiques d'élevage. En effet, le terroir villageois est divisé en (au moins) deux zones, l'une fumée en permanence par le bétail parqué la nuit (pendant la saison sèche) et cultivée chaque année; L'autre étant cultivée par intermittence. Dans ce cas, c'est la jachère qui assure le renouvellement et le maintien de la fertilité et en particulier du taux de matière organique dans le sol.

Les travaux de nombreux chercheurs ont montré que, dans la plupart des sols africains (les sols sableux en particulier), la baisse de la matière organique à cause de la culture continue est rapide et se traduit par une baisse de fertilité pratiquement irréversible, malgré l'apport de fortes doses d'engrais minéral. Dans les sols des périphéries irriguées, qui reçoivent souvent deux ou trois cultures par an et subissent des alternances répétées d'humidification et d'assèchement, la chute du taux de matière organique est encore plus rapide, sauf pour les rizières.

Les paysans du fleuve Sénégal constatent actuellement une baisse sérieuse de la fertilité des sols légers de berge (Fondé) après 8-10 ans de culture céréalière irriguée en fertilisation minérale. Ce phénomène de perte de fertilité a lieu sur les terrasses du Niger mises en valeur par l'IRAT. Nous ne disposons hélas pas de données précises d'analyse de sol sur ce point mais il faut l'envisager systématiquement.

Dans certains villages ayant de vastes surfaces irrigables, la rotation entre les périphéries irriguées du village est forte. Les plus anciens sont abandonnés pour quelques années (jachère?) lorsque la fertilité a trop baissé et c'est alors l'État qui doit réhabiliter les réseaux avant la nouvelle mise en culture.

La meilleure solution pour éviter ce phénomène est d'effectuer des apports réguliers de fumier ou de compost, de l'ordre de 10 t/ha et par an (fumier à 50 % de matière sèche). Ce qui représente, pour chaque hectare cultivé, la production de fumier de deux boeufs de 300 kg placés toute l'année en stabulation la nuit ou encore de dix bovins pendant trois mois avec quatre tonnes de paille pour leur litière!

Le parage des animaux sur le périmètre ne peut suffire à résoudre ce problème de matière organique. En effet, les déjections qui restent à l'air libre se transforment en "poudrette" qui est une bonne source d'éléments minéraux, mais qui contribue très peu au maintien des niveaux d'humus dans les sols (33).

(33) Voir à ce sujet "*Le Point Sur La fertilité*", à paraître aux Editions du GRET et du ministère de la Coopération, en 1993.

Il faut donc prévoir une modification des méthodes de l'élevage assez profonde puisqu'il est nécessaire de modifier les habitudes de parage des animaux et d'introduire des techniques nouvelles (étables fumières) qui nécessitent un travail supplémentaire. On risque en fin de compte d'entraîner une baisse de la fertilisation organique des

zones habituelles de culture continue autour du village, ou des champs de brousse afin d'assurer le nécessaire transfert de fertilité vers le périmètre irrigué.

La logique voudrait que les villages se déplacent auprès de leurs périmètres irrigués afin de faciliter les transferts de bétail, de fumier, d'eau (qui peut servir à l'abreuvement et à l'arrosage des fosses à fumier) et de résidus de récolte sur place. Les paysans ont amorcé ces mécanismes. Toutefois, les transferts massifs de fumier sont généralement effectués sur de petites parcelles maraîchères mais les apports sur les céréales (maïs, sorgho) ou les autres cultures de plein champ sont très insuffisants, surtout dans les sols légers. C'est un problème crucial pour l'avenir périmètres irrigués.

Les problèmes de fertilité dans les rizières se posent de manière différente. En effet, la submersion modifie les caractéristiques du sol, et, en particulier, réduit la vitesse de la dégradation de la matière organique. L'enfouissement des pailles devrait suffire pour maintenir un taux de matière organique suffisant sur une longue période. Il est cependant rarement réalisé car il impose un surcroît de travail en fin de cycle (labour de fin de cycle: après la saison sèche, la paille a été consommée par les animaux). Des phénomènes d'acidification des sols sous rizières se développent quelquefois avec apparition de toxicités sur le riz (vallée du Kou).

La baisse du niveau de matière organique dans le sol ou l'acidification ne sont pas les seules causes de baisse de la fertilité observée sur les périmètres irrigués en Afrique. Certaines mauvaises herbes, en se développant, peuvent devenir très gênantes, car les paysans n'arrivent plus à s'en débarrasser, et elles concurrencent sérieusement les cultures. Le riz sauvage est bien connu dans les rizières. Les autres cultures sont souvent envahies par des graminées à rhizome de type chiendent, que les paysans n'arrivent pas à contrôler par le sarclage ou le désherbage manuel.

### **Empêcher la salinisation et la "sodisation" progressive**

Ce risque doit être pris au sérieux dans les régions sahéliennes. Avant d'aménager un périmètre, il faut toujours mesurer la salinité de l'eau d'irrigation pour évaluer les risques de salinisation ou de sodisation des sols. La salinisation se traduit par une baisse progressive des rendements. Les plantes ne peuvent plus utiliser correctement l'eau du sol et manifestent des symptômes de "sécheresse" alors même que le sol est saturé en eau. La sodisation (remplacement des calions  $\text{Ca}^+$  et  $\text{Mg}^+$  par  $\text{Na}^+$  dans le complexe absorbant du sol) provoque la flocculation des argiles et une déstructuration du sol qui "prend en masse", devient imperméable, et donc très difficile à irriguer et à drainer.

Ce phénomène s'est produit récemment sur les terres de l'Office du Niger à la suite de la remontée de la nappe phréatique et à cause d'une drainage incorrect depuis soixante ans. Et ceci bien que les eaux du fleuve Niger soient très peu chargées en sels. La récupération des sols salinisés ou sodiques est possible mais il s'agit alors d'une opération longue, coûteuse et complexe.

Bien qu'elle soit plus rare dans les petits périmètres que dans les grands, la sodisation peut se produire dans les zones basses mal drainées. C'est un problème préoccupant du delta du fleuve Sénégal (Walo). Il faut donc prévoir des réseaux de drainage satisfaisants dans les zones menacées: ce sont souvent les cuvettes. Dans certains cas, il faut pomper ces eaux de drainage pour les évacuer. Malheureusement, les effets de la salinisation ne se font sentir qu'après des années d'irrigation, alors que l'entretien des drains a été oublié (34), quand ils n'ont pas été carrément transformés en rizières.

(34) Consulter "Les méthodes de lutte contre la salinisation" en annexe I, p 272.

### **Effets sur le cycle de l'eau**

L'irrigation implique toujours une modification du cycle de l'eau au moins au niveau du bassin-versant où se situe le périmètre. Cette modification peut avoir des

conséquences importantes pour les autres utilisateurs de cette eau. Le pompage dans la nappe phréatique peut en faire baisser le niveau (20 cm/an à Djirataoua/ Niger), ce qui compromet l'approvisionnement en eau domestique (baisse des puits) et lèse les entreprises d'irrigation traditionnelle (par puisard) des alentours. C'est le cas dans la région des Niayes, près de Dakar. Le gouvernement sénégalais a dû limiter le développement des forages privés, car ils risquaient de vite faire baisser la nappe superficielle exploitée par des milliers de petits maraîchers avec les "céanes" (grands puisards) traditionnels.

L'immobilisation de l'eau par un barrage peut à l'inverse contribuer à recharger la nappe phréatique aux abords de ce barrage. Par contre, le lac de retenue inonde souvent des terres fertiles sur des surfaces beaucoup plus importantes que les surfaces irriguées en aval par gravité. Il faut donc tenir compte de ce manque à gagner pour les villages concernés lorsqu'on évalue le résultat agricole du barrage (voir page 161 ce calcul dans le cas du barrage de Galmi). Arrêter les crues peut aussi limiter ou empêcher les cultures de décrue traditionnelles très productives sur toutes les zones de bas-fonds en aval du barrage.

La digue de protection du périmètre prive aussi les villageois des surfaces considérables de décrue. Dans le cas du périmètre de Nianga (35), la digue de protection construite en 1974 a privé 10000 ha de *Walo* de cultures de décrue alors que le périmètre aménagé ne couvrait que 750 ha, pour sa première tranche du moins. On comprend l'inquiétude, voire l'hostilité de certains paysans devant de tels projets, indépendamment de leur intérêt à long terme. A l'inverse, on observe souvent le développement de cultures irriguées "hors périmètre", soit par prélèvement "sauvage" dans les canaux ou les retenues, soit par récupération des eaux de drainage (ou de gaspillage) en aval.

(35) *Décrit par M Lericollais.*

Plutôt que d'évaluer l'impact d'un périmètre irrigué en se basant exclusivement sur ses résultats économiques, il vaut mieux prendre en compte l'ensemble des effets induits au niveau du bassin-versant, du terroir, des exploitations familiales, des individus... Les estimations seront plus réalistes (ce point est développé dans les tableaux à la fin du chapitre 5 et dans le chapitre 6).

### **Comment intégrer l'étude du terroir dans la préparation des projets d'irrigation**

L'étude du terroir, menée avec les villageois, permet de dégager assez vite des "pistes" d'amélioration de la gestion de l'eau. Des techniciens plus spécialisés les étudient alors avec les producteurs. Ce point sera développé en particulier dans le chapitre 8 (les alternatives de l'irrigation).

#### **La région de la Karakoro en Mauritanie:**

*Zone sahélienne typique (précipitations ≈ 570 mm en moyenne depuis 1944). La densité de population y est relativement élevée (12 hab/km<sup>2</sup>) pour une agriculture traditionnelle basée sur le sorgho, le mil et l'élevage. Cette région a beaucoup souffert de la sécheresse et pâti de l'arrivée d'éleveurs transhumants venus du Nord. La croissance de la pression du bétail sur les ressources fourragères s'est accompagnée d'une capitalisation en bétail issue de l'épargne des migrants. Dès 1981, un migrant de cette région a lancé un projet de développement rural (avec l'appui d'ONG françaises). Les premières activités portèrent sur le développement de la culture attelée, la diffusion de variétés de sorgho améliorées. Cependant, à la suite de la grande sécheresse de 1984, toutes les cultures pluviales furent compromises. Les villageois mirent alors tout leur espoir dans la mise en place de périmètres irrigués. le long de la rivière Karakoro sur le modèle des périmètres irrigués villageois qui se développèrent au Sud, au bord du Sénégal avec l'appui de la SONADER. Malheureusement, dès les premiers essais, il apparut que la solution n'était pas viable: la Karakoro a en effet un régime "torrentiel" car son bassin versant, au Nord, se situe en zone sahélienne désertique. Les crues sont fortes et irrégulières et elles recouvrent les sites facilement aménageables, tandis qu'en contre-saison l'eau fait défaut. Et comme il existe de nombreux micro-reliefs, les aménagements gravitaires sont difficiles sur les zones plus hautes.*

*Le dernier point délicat était celui du foncier fortement morcelé et approprié d'où nombre de litiges sur les aménagements. Il fut décidé d'étudier d'autres possibilités d'aménagement au niveau des terroirs des villages concernés. Une première étude permit de caractériser les séquences de sol et les systèmes de culture traditionnels avant et après la sécheresse. Depuis la sécheresse, les paysans ont intensifié l'exploitation des bas-fonds **rakhe**, abandonné les zones de plateaux sableuses **signa** mais aussi certaines cultures traditionnelles de hauts de pentes sur **katamangue** argileux en particulier (voir ci-dessous le tableau d'analyse du terroir). En revanche, les zones de **collengal** (zones inondables lors des crues des petits cours d'eau temporaires) ne sont pas exploitées car la montée et la descente des eaux y est très rapide et imprévisible. De façon plus générale, une étude approfondie du terroir, avec relevés topographiques, permet à la fois de préciser les possibilités d'aménagements pour améliorer la maîtrise de l'eau et d'entamer une discussion avec les paysans pour voir si ces aménagements vont dans le sens de leurs objectifs (type de culture, calendrier) et de leurs capacités (main-d'œuvre, entretien, gestion collective ou individuelle).*

## TABLEAU D'ANALYSE DU TERROIR

TYPE DE ZONE	DYNAMIQUE DE L'EAU	MISES EN VALEUR POSSIBLES	AMÉNAGEMENT POSSIBLE
Glacis, escarpements rocheux ou cuirasse	Ruisseaulement	Elevage parcours	Actions de protection, mises en défens...
Sols sableux, berges de plateau, ou sols limoneux	Ruisseaulement en nappe	Limitées: mil, arachide	Utilisation de la culture attelée légère mais attention aux risques d'érosion. Cordons pierreux à essayer.
Hauts de pente Katamanque (argileux)	Ruisseaulements en nappe peu importants mais sol difficile à travailler et faible rétention.	Sorgho	Aménagement en diguettes en terre (canaliser l'eau de ruissellement par des digues en terre).
Pentes moyennes (paradol)	Ruisseaulements en nappe importants	Sorgho	Diguettes filtrantes en pierre, pour retarder l'écoulement de l'eau et l'étaler.
Bas-fonds (rhône) temporaires	Submersions	Sorgho/ riz	Digues filtrantes ou imperméables avec déversoir (pour le riz).
Zone inondable (collengal)	Grosses submersions irrégulières	Sorgho, riz	Grosses digues de protection et ouvrages de contrôle de la crue. Aménagement difficile.

L'étude précédente doit déboucher sur des réalisations concrètes dans les prochaines années. Elles permettront de tester les différentes solutions proposées. Ce travail a le mérite d'illustrer la variété des techniques de maîtrise de l'eau qui auraient pu être envisagées avant d'implanter un modèle de périmètre irrigué inadapté.

## Effets sur la santé publique

La création d'un périmètre irrigué se traduit par une modification de l'environnement, qui à son tour entraîne des répercussions sur la santé publique. S'installe en effet un micro-climat humide plus ou moins long selon la durée de la période d'irrigation qui favorise la reproduction des plantes, des insectes et des parasites. Cet effet est évidemment plus marqué lorsque:

- il y a des cultures submergées (riz) avec peu de drainage (bas-fonds);

- on maintient des canaux en eau en permanence;
- les habitations sont proches du périmètre (car les moustiques ne voyagent guère la nuit sur des distances de plus de 200 m);
- l'irrigation est développée sur des surfaces importantes;
- les villageois prennent l'habitude d'utiliser l'eau des canaux pour les besoins domestiques et pour se baigner.

On favorise ainsi notamment le développement de la bilharzioze.

Le maintien de zones d'eau stagnante envahies par la végétation provoque la multiplication des moustiques avec le risque d'une recrudescence du paludisme. En outre, si les irrigants prennent l'habitude de boire l'eau des canaux, on risque de voir se développer de nombreuses maladies parasitaires ou infectieuses (dont le choléra). Il est donc important de prévenir ces gestes dès la conception du périmètre et de prévoir une sensibilisation des villageois. Le suivi sanitaire des programmes engagés doit être effectif. On doit tout faire pour limiter les effets négatifs de l'irrigation. Mais il ne faut pas perdre de vue les conséquences positives du périmètre irrigué sur la santé. L'amélioration de la nutrition et un meilleur niveau de vie compensent en général les aspects négatifs, dans le cas des petits périmètres du moins.

### **Impact de l'irrigation sur l'environnement villageois**

#### **QUESTIONS UTILES AU TECHNICIEN SUR LE TERRAIN**

##### **Lors de la conception:**

- *Peut-on choisir un site à une certaine distance du village (500 m au moins) pour éviter la multiplication des moustiques dans les habitations?*
- *Sur le site retenu, y-a-t-il des points bas qui risquent de devenir des mares permanentes? Si oui, peut-on les drainer? Si le site est dans un bas-fond, a-t-on prévu un bon réseau de drainage pour éviter l'eau stagnante?*
- *Sera-t-il possible d'assécher régulièrement les canaux d'irrigation (éviter les canaux trop en déblai)?*

##### **Lors de la formation/ sensibilisation:**

- *Les villageois sont-ils conscients des risques sanitaires liés à l'irrigation? Peut-on organiser une sensibilisation sur ce point avec les services de santé? Comptent-ils utiliser l'eau de pompage pour la boisson des hommes, des animaux, pour la lessive, pour le bain?*
- *Quelles mesures prendre pour éviter la contamination (règlement intérieur du périmètre, lavoirs ou abreuvoirs séparés du bac de réception)?*

##### **En cours de fonctionnement:**

- *Y-a-t-il des pratiques dangereuses pour la santé? Comment les éviter? Y-a-t-il des zones d'eau stagnante dans le périmètre, notamment parcelles basses mal drainées? Comment les drainer?*

## L'irrigation et la structure sociale de la communauté

On se souvient peut-être du film humoristique "Les Dieux sont tombés sur la tête". L'apparition d'une bouteille vide de coca cola, jetée par-dessus bord, plongeait une paisible communauté de Bushmen du Kalahari dans l'effervescence et la mésentente... L'impact des projets d'irrigation, inscrits dans une histoire récente, sur les communautés villageoises d'Afrique de l'Ouest provoque aussi des mutations difficiles à analyser parfois perçues comme négatives.

Certes, le mieux-être économique est bénéfique, mais qui peut évaluer les conséquences sur des communautés constituées depuis si longtemps? Ce qui est visible aujourd'hui, c'est l'enjeu de pouvoir que représente un périmètre irrigué, les freins et les préjudices causés par les luttes politiques, les conflits entre pouvoirs locaux et les représentants de l'administration centrale.

Nous analyserons, à l'aide d'exemples, les effets de la règle majoritaire et ceux de la règle communautaire, en matière de décisions... Cela sans perdre de vue que les groupements villageois ne sont pas à l'abri de compromissions ou d'habitudes, parfois discutables, mais solidement ancrées. Par exemple, la redistribution des profits via les notables et selon des schémas fixés par l'usage.

### Des mutations difficiles, conséquences sur les communautés

#### Le périmètre irrigué est un nouvel enjeu de pouvoir

La réalisation d'un périmètre irrigué entraîne une nouvelle répartition économique (distribution des richesses et des revenus) mais détermine aussi un nouveau partage des pouvoirs locaux au sein des communautés concernées. Sur le plan économique, il est intéressant d'analyser l'impact du périmètre sur la production agricole du village et de calculer quelle fraction est gérée par le groupement lui-même sous l'autorité du président.

Dans un village malien riverain du fleuve Sénégal, une étude a montré que la production du périmètre irrigué représentait, dès la troisième année, 58 % de la production agricole du village. L'accès aux parcelles irriguées devient un enjeu économique majeur dans ce village. Cet accès est en partie contrôlé par le groupement, même si le chef de village a encore son mot à dire. Le bureau du groupement contrôlé par le Président collecte et gère la production du champ collectif et les redevances en nature, qui représentent 15 à 20 tonnes de paddy par an. Le "poids économique" du Président est donc largement supérieur à celui du chef de village qui ne reçoit que des dons en nature d'ordre symbolique et quelques métayages. Il en va de même pour l'Imam du village (responsable religieux) qui reçoit la dîme à redistribuer théoriquement aux pauvres et pour les besoins du culte. Elle s'élève en théorie à 9 t de céréales environ (1/20<sup>ème</sup> de la production) et probablement moins dans la réalité.

C'est pourquoi le contrôle du périmètre devient très rapidement un enjeu majeur au sein de la communauté. Lorsqu'elle est relativement soudée, parce qu'elle est homogène ou parce que le détenteur du pouvoir local est incontesté, on verra les mêmes personnes diriger la communauté et occuper les postes de responsabilité du groupement, sans rencontrer d'opposition. Par contre, si des conflits latents existent au sein du village, le périmètre risque de fournir prétexte à "déterrer la hache de

guerre".

Sur le périmètre de Tillakaïna (au Niger), le Président a changé deux fois entre 1985 et 1989. Le site de Tillakaïna est en fait occupé par deux villages d'origine distincte, qui s'opposent depuis plus de cinquante ans pour des raisons historiques. Les conflits entre factions prennent le pas sur la rigueur de la gestion au sein du groupement d'irrigants. Lorsque l'un des présidents tente de restaurer une certaine rigueur dans le paiement des cotisations et le remboursement des dettes, l'autre incite ses partisans à refuser de payer. Un tel groupement a peu de chances de survie sous sa forme actuelle.

### **Le groupement villageois est-il toujours viable?**

Dans certaines régions, chez les Soninké et les Haalpulaar du fleuve Sénégal, des groupements ont été créés spontanément par les villageois et ils constituent de véritables structures autonomes reconnues et fonctionnelles. Même dans cet environnement favorable, la viabilité des groupements dépend encore de l'histoire spécifique de chaque village.

Dans certains gros villages, comme celui de Cas-Cas en zone haalpulaar, les oppositions entre quartiers sont telles que les périmètres villageois ne sont pas exploités. A Cas-Cas, les villageois ont d'ailleurs demandé à être regroupés en organisations de quartier autonomes dans les aménagements futurs. (36)

(36) Source ADRAO. *Mémoire de stage de Jan Van Galen.*

Des conflits "politiques" éclatent au sein des villages et des groupements lorsque les représentants de différents partis s'affrontent pour le contrôle du pouvoir local. C'est le cas dans certaines régions du Sénégal où les partis politiques participent à la vie publique depuis des années. Cela se traduit par la création de plusieurs groupements concurrents au sein d'un même village, souvent soutenus par des organisations (ONG) différentes.

Dans d'autres régions, le village ne constitue pas une unité de coopération réelle. Les villageois n'ont pas l'habitude d'entreprendre des travaux en commun. Chez les Mossi du Yatenga (Burkina Faso), les villages sont composés de "quartiers" ayant une plus grande tradition d'entraide et possédant des terroirs bien délimités sur le plan foncier. Il est donc plus fonctionnel de soutenir des "organisations de quartier" plutôt que de véritables groupements villageois.

Les organisations internationales ou les ONG extérieures au village ont parfois contribué à la multiplication de groupements villageois qui n'en ont guère que le nom. Aux yeux des paysans, être dans une telle structure permet d'avoir accès à l'aide internationale.

### **Les responsables du groupement et le pouvoir local: complémentarité ou opposition?**

Le fonctionnement interne des groupements varie d'une ethnie à l'autre, et même d'un village à l'autre. Les traditions et l'histoire spécifique de chaque communauté ont leur importance. Dans certains cas, la présidence est confiée au chef de village traditionnel. Elle contribue alors à renforcer le pouvoir des notables, parfois vacillant. Dans d'autres, on nomme comme président un aîné respecté et actif qui n'appartient pas à la chefferie.

Les conflits entre castes (les nobles et les "ex-captifs") à l'intérieur du groupement sont parfois aigus et peuvent entraîner l'arrêt des actions. Dans d'autres cas, il n'y a pas de tension marquée et des "ex-captifs" rentrent dans les bureaux des groupements. La situation peut être plus complexe, si plusieurs ethnies cohabitent dans un même village. La gestion et le contrôle des fonds collectifs posent moins de problèmes dans certaines ethnies comme les Soninké, où le trésorier est choisi parmi les notables arabisants, que dans d'autres ethnies sans tradition écrite où les accusations de détournements de fonds par les notables traditionnels sont fréquentes.

Il existe donc une relation évidente entre le mode de fonctionnement des associations traditionnelles (comme les groupes de jeunes) et le fonctionnement interne du groupement.

### Règle majoritaire ou règle de l'unanimité?

En cas de conflit d'intérêt évident entre personnes ou sous-groupes au sein du groupement, on se demande comment une décision est finalement prise. La décision peut être prise à l'unanimité, c'est le cas dans les groupements traditionnels. Aucune décision n'est prise tant que tous (en fait, tous les hommes influents qui ont droit à la parole) ne sont pas d'accord. Si le conflit perdure, on retarde d'autant la décision, ce qui revient à ne pas en prendre.

Dans les faits, cette règle aboutit à faire valoir et adopter le point de vue des moins actifs (en l'occurrence "on ne cultivera pas cette saison"). Il faut savoir que l'exclusion des membres récalcitrants d'un groupement villageois est presque impensable. Le groupe dirigeant doit donc adopter une stratégie très prudente pour maintenir un dynamisme minimum, sans pour autant vexer les moins actifs. A l'opposé, dans les groupes de type "coopératifs", on applique la règle de la majorité. Celui qui refuse de se plier aux décisions de la majorité risque diverses sanctions, et à terme l'exclusion du groupe.

Le président joue un rôle déterminant dans la prise de décision mais il peut arriver qu'il soit plus ou moins contesté par une minorité. Un tel fonctionnement s'apparente à une orientation plus volontariste et favorise l'homogénéité des groupes (par épurations et départs successifs). Ceux qui ont des objectifs différents de ceux de la majorité, peuvent aller jusqu'à quitter la coopérative.

Mais ce type de fonctionnement ne correspond pas réellement à la tradition rurale africaine, et ne peut être efficace que s'il est légitimé par des actions de formation et d'appui, organisées par des autorités extérieures. Il en va de même dans le cas de groupes, constitués de personnes ayant subi une forte influence de type occidental, lors de leurs expériences passées (migrants de longue durée). Dès le premier conflit, la logique coopérative se heurte à la logique villageoise invoquée par les "minoritaires". Ce qui finit par poser des problèmes fort complexes. Comment exclure un membre (et l'expulser des terres qu'il occupait) si la terre reste propriété de la communauté villageoise et que celle-ci s'oppose à l'expulsion? Quelle latitude un groupe limité a-t-il pour gérer des moyens de production qui ont été remis à l'ensemble de la communauté par des intervenants extérieurs (ONG, sociétés d'intervention, groupes d'émigrés)?

L'État peut sans doute jouer un rôle important dans la résolution de ces problèmes juridiques délicats à condition que les représentants de l'administration aient une autorité suffisante sur les notables villageois.

### Le règne du "style" organisationnel (37)

(37) Nous empruntons cette notion et la réflexion qui suit à C. Diemer (*Communication orale*).

Cette opposition entre le fonctionnement traditionnel et le fonctionnement moderne ne rend qu'imparfaitement compte des différences observées entre les groupements d'irrigants, selon les ethnies auxquelles ils appartiennent. Ainsi, selon G. Diemer, le fonctionnement interne des groupements villageois *haalpulaar* était tout à fait différent de celui des groupements *harratines*, malgré le fait qu'ils soient situés dans des environnements naturels comparables (dans la région de Rosso, en Mauritanie). Il émet l'hypothèse que ces variations s'expliquent par la différence dans la manière de concevoir les rapports, au sein d'un groupe.

Très tôt, les jeunes *haalpulaar* appartiennent à des groupes de classe d'âge. Ils doivent nommer un président, un trésorier... Des règles précises sont édictées dans ces groupes et les contrevenants sont condamnés à payer des amendes modestes mais qui alimentent la caisse du trésorier. Cette caisse est utilisée pour effectuer des achats

communs (thé pour les discussions...).

Ces méthodes se perpétuent par la suite au sein des groupes d'adultes, et en particulier au niveau des périmètres irrigués. Lorsque des conflits se produisent, il existe une manière traditionnelle de les résoudre, acceptée par tous. De ce fait, les groupements arrivent assez bien à résoudre certains problèmes et à inventer de nouvelles règles pour éviter les conflits. Les jeunes *harratines*, pour leur part, sont élevés dans une structure sociale très différente où les relations avec les anciens maîtres (maures blanc) et leur culture restent déterminantes. Il n'y a pas de groupes traditionnels de jeunes. Lorsque des conflits éclatent entre deux familles, une conception de l'honneur veut que reconnaître son tort "fait perdre la face". Les groupements *harratines* ont donc beaucoup de difficultés à régler leurs conflits internes sans l'intervention de leurs anciens maîtres.

Pour avoir une appréciation plus juste des modes de fonctionnement internes des groupements, il faut donc observer tout d'abord l'organisation traditionnelle des structures villageoises.

### **Effet de l'irrigation sur la société rurale: démocratisation ou inégalités croissantes?**

Il serait tout à fait simpliste de décrire que l'irrigation contribue à augmenter les inégalités, ou au contraire à les réduire. Et tout aussi simpliste de dire qu'elle renforce la hiérarchie traditionnelle ou qu'elle l'affaiblit. En fait, l'impact de l'irrigation est complexe et varie selon les contextes locaux.

Nous avons déjà évoqué le cas de Korioumé où l'évolution du périmètre irrigué tendait à éliminer les plus petits producteurs et à renforcer les notables. Des phénomènes identiques ont été observés dans d'autres périmètres au Niger. (38)

(38) Voir le cas du périmètre d'Ibohamane étudié par Bourdel, ENGREF 76.

Mais, donnons un exemple qui semble aller dans le sens opposé:

### **L'évolution de la structure sociale des villages *haalpulaar* sous l'influence de l'irrigation**

Dans la société traditionnelle *haalpulaar*, il existe trois catégories d'hommes libres: **Jom Woro**, c'est le clan des chefs de village (famille fondatrice), **Jaagal**, ce sont les familles qui participent à l'élection du chef de village et Arani, il s'agit des familles d'implantation récente, qui n'ont pas leur mot à dire dans les affaires du village. Un quatrième groupe, celui des **captifs**, n'a aucun droit de parole dans les affaires du village et n'a pas accès à la propriété de la terre (ils doivent obtenir la terre en métayage des nobles). Le chef de village est désigné par les chefs de famille **Jaagal** et garde son titre jusqu'à sa mort. Cependant, il est loin d'avoir une autorité absolue car, pour toutes les décisions importantes, il doit consulter le "conseil des anciens" (**Batu**). Ce conseil comprend cinq à dix personnes choisies parmi les notabilités et les gens influents (au sein des familles **Saagal** ou **Som Woro**).

Ce modèle a servi de base à l'organisation des groupements villageois pour la gestion des périmètres irrigués. Le président, le trésorier et le secrétaire sont désignés par consensus des adhérents (mais rarement par un vote), et appartiennent en général aux familles nobles du village. Les décisions sont toujours prises après une large discussion entre le président et les notables du **Batu**. (39)

(39) D'après l'ouvrage de G. Diemer et E. Van der Laan: "L'irrigation au Sahel".

Par contre, l'organisation des périmètres irrigués a suscité de nombreuses évolutions dans l'organisation villageoise. Les ex- *captifs* peuvent obtenir "officiellement" le droit de posséder leur propre parcelle, de même taille que celle des autres familles. Leurs droits et devoirs dans le périmètre sont rigoureusement identiques à ceux des nobles. Ils peuvent participer parfois aux bureaux des groupements, à des postes subalternes, mais cela reflète bien leur nouveau statut dans la société.

Depuis le développement du droit de vote, des partis politiques, et des possibilités d'enrichissement des ex- *captifs* par l'émigration ou le commerce, leur influence n'a cessé de croître au sein de la société villageoise.

### **Gardons-nous d'idéaliser le groupement villageois**

Ils reflètent, en fait, l'organisation interne d'une société en évolution avec ses conflits potentiels et ses contradictions. Ils constituent cependant un cadre de référence accepté par tous pour la gestion d'un nouvel outil de production. Il est impropre de poser la question de l'impact social des périmètres en terme d'égalité entre les paysans ou de partage des surfaces et des gains. Il y a beaucoup d'échangés "non-marchands" dans les sociétés traditionnelles africaines.

Contrairement à ce qui peut se passer dans d'autres régions du monde (en Asie par exemple), il n'y a pas d'accumulation exclusive des revenus par les notables. Le prestige d'un notable est lié à l'importance des redistributions qu'il effectue à la communauté. De même, dans les rapports maîtres-captifs qui perdurent sous une forme "discrète" dans de nombreuses régions sahéliennes, les maîtres ont un devoir d'assistance à l'égard de leurs captifs et ceux-ci ne manquent pas d'en profiter lorsqu'ils sont dans le besoin.

Quel que soit le jugement que nous puissions porter sur ces relations traditionnelles, le fait est qu'elles existent, et qu'une part substantielle des bénéfices tirés de l'irrigation par les notables, retourne aux autres couches de la société.

Par ailleurs, les bénéfices indirects qui reviennent aux non-attributaires, sous forme de salaires, de métayage, ou de part de récolte, doivent être inclus dans toute évaluation globale. Il est louable de prévoir dans les objectifs d'un projet d'irrigation "la réduction des inégalités sociales" mais il faut reconnaître que les plus démunis peuvent préférer, pour diverses raisons (dont la réduction des risques), devenir salariés ou métayers plutôt qu'attributaires.

### **Les rapports hommes/ femmes sont eux aussi modifiés par les projets d'irrigation**

L'instauration d'un périmètre irrigué affecte les rapports économiques et sociaux entre les hommes et les femmes. Là encore, tous les cas de figure coexistent.

Depuis celui où les femmes ont été dépossédées lorsque le périmètre a été construit, de leur terre et de leur production rizicole traditionnelle, jusqu'à celui où elles sont les principales bénéficiaires de périmètres exclusivement féminins (dans les périmètres rizicoles de l'opération "riz Comoé"). De toutes façons, la place des femmes au sein des périmètres irrigués dépend beaucoup de l'attitude des autorités et des techniciens à leur égard, au moment de la préparation des projets d'irrigation.

Les femmes sont rarement en position de force au sein du village, même lorsqu'elles constituent l'essentiel de la force de travail. Elles ne sont pas, pour autant, dénuées de pouvoir, ne serait-ce que celui de refuser de travailler dans les rizières, ou en tout cas, d'y mettre très peu d'empressement!

Pour éviter ce préjudice, il est donc important de prévoir, dans la phase de préparation, que les femmes puissent exprimer leur point de vue et soient considérées comme des interlocutrices à part entière, au moment de la négociation du projet.

## L'impact de l'irrigation sur le milieu local

### Synthèse des chapitres 2 à 5

L'étude de l'impact de l'irrigation permet de faire un bilan global des effets d'un nouveau périmètre sur les activités économiques du monde rural mais également sur l'environnement, les structures sociales locales ou la santé publique. On se contente trop souvent d'une analyse économique, très utile certes mais insuffisante pour garantir la bonne insertion du périmètre dans l'environnement local et national.

Une étude d'impact est souhaitable avant le projet (lors de la préparation) afin d'adapter autant que possible le projet aux contraintes du milieu, mais également en cours de projet.

Le tableau suivant présente les différents types d'impact à considérer, dans le cas d'un projet d'irrigation, les niveaux d'analyse pertinents (depuis le niveau familial jusqu'au niveau national) et les interactions les plus courantes. Il est basé sur les observations des chapitres 3, 4, 5 et la partie du chapitre 2, consacrée au foncier.

### NIVEAUX D'ANALYSE DE L'IMPACT DES PROJETS D'IRRIGATION VILLAGEOISE

	NIVEAUX			
	FAMILLE ET INDIVIDUS	TERROIR ET VILLAGE	BASSIN VERSANT/ RÉGION	NATIONAL
AUTRES ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES	Augmentation des possibilités d'emploi et de revenu pour certaines catégories.	Augmentation de certaines activités artisanales (outils) et de service (commerce).	Création de nouveaux (mécaniciens). Emploi et revenus pour personnes extérieures au village, migrations saisonnières Augmentation du commerce régional.	Adaptation des infra structures (transport surtout).
EFFET DÉMOGRAPHIQUE	Baisse de l'exode des jeunes.	Baisse de l'exode des jeunes. Augmentation de la population du village.	Transferts de population vers les zones irriguées.	Politique d'aménagement du territoire.
EFFETS SOCIAUX POLITIQUES (voir chapitres 4 et 6)	Différenciation ou homogénéisation des familles (revenus, emplois, activités). Effet sur la structure familiale (rapport hommes/ femmes, cadets, aînés).	Renforcement de contestation du pouvoir traditionnel. Encadrement technique nouveau. Effet de la formation.	Autres demandes et projets. Besoin d'une coordination et d'un suivi administratif juridique régional.	Définition des statuts légaux des organisations de producteurs.
PRODUCTION AGRICOLE	Augmentation des productions irriguées. baisse des productions traditionnelles. Variation du bétail.		Bilan à faire au niveau du bassin versant, en tenant compte des effets possibles de la création de lacs de barrage, baisse de lanappe, etc. et des	Certaines grandes infra structures peuvent affecter les productions traditionnelles (décrue en particulier). Bilan global à faire.

			effets sur l'élevage régional.	Planification de l'utilisation des grands fleuves.
EFFETS ÉCONOMIQUES (voir chapitre 7)	Variation des revenus individuels et familiaux.	Variation du revenu villageois.	Variation du revenu régional.	Variation des revenus de l'État (subvention, taxes) et effet sur la balance des paiements.
NIVEAU DE RISQUES	Bilan à faire en fonction des risques nouveaux (capital, emprunts, pannes, etc) et de la baisse du risque climatique.		Amélioration de la sécurité alimentaire régionale.	Sécurité alimentaire nationale, mais dépendante des importations de pétrole et pièces détachées.
FONCIER (voir chapitre 3)	Accès de nouvelles catégories sociales à la terre.	Modification des règles foncières. Transferts de fertilité (risques de baisse en zone irriguée).	Concurrences entre anciens ayants droit (éleveurs/agriculteurs).	Évolution de la législation.
RESSOURCES EN EAU/CYCLE DE L'EAU (voir chapitre 5)			Modification du cycle de l'eau, du niveau de la et des rivières. Conflits possibles avec d'autres utilisateurs de l'eau (autres irrigants, éleveurs, pêcheurs).	Nécessité d'une planification/législation de l'utilisation des ressources.
ENVIRONNEMENT/ SANTÉ	Variation des sources d'eau domestique. Évolution de l'alimentation (maraîchage) en quantité et qualité.	Multiplication de certains parasites. Meilleure nutrition, à balancer par l'augmentation du parasitisme.	Mesures de suivi sanitaire.	
ÉLEVAGE	Augmentation de la disponibilité en fourrages (sous-produits?). Besoins liés à la traction animale.	Modification de la conduite du troupeau villageois, besoins de clôtures.	Concurrence à prévoir avec éleveurs extérieurs au village ou transhumants, surtout pour les droits de pacage traditionnel.	Compromis à trouver entre les droits des éleveurs et des cultivateurs.
AUTRES PRODUCTIONS DU MILIEU NATUREL (pêche, chasse, bois)		Déforestation, augmentation des besoins en bois (clôture). Problème des nuisibles (oiseaux, etc).	Effet sur la pêche, la chasse (refuge pour certaines espèces?).	

### L'économie des périmètres irrigués en zone sahélienne

Nous avons vu dans les chapitres précédents que les effets d'un périmètre irrigué dépassent de beaucoup les seuls effets économiques. Le périmètre a un fort impact sur l'environnement, sur l'organisation de la société rurale, sur les rapports des paysans avec l'État. L'analyse des résultats économiques reste cependant capitale, et conditionne l'avenir de tout système d'irrigation.

Nous allons voir comment l'effectuer et quels indicateurs sont les plus pertinents pour juger de la "performance économique" d'un système d'irrigation.

## **Les résultats économiques conditionnent la viabilité des périmètres**

L'analyse économique n'est que l'un des aspects à considérer pour évaluer l'impact de l'irrigation. C'est cependant un aspect décisif dans la mesure où il conditionne la viabilité du système irrigué, à moyen terme. Si les résultats économiques sont négatifs pour les exploitants ou le groupement d'irrigants, il y a peu de chances que le périmètre survive. L'expérience montre en effet que, lorsque le groupement a des comptes équilibrés mais que les producteurs n'y trouvent pas leur intérêt, l'organisation est condamnée, même si elle peut survivre quelque temps sous l'influence "idéologique" de leaders locaux prestigieux (cas fréquent des groupes créés sous l'influence d'intellectuels originaires du village, ou de religieux).

Si, à l'inverse, les producteurs sont satisfaits mais que le groupement n'équilibre pas ses comptes, la dégradation de "l'outil de production" entraîne fatalement la fin de l'expérience collective. Et enfin, lorsque les résultats sont positifs, cela ne garantit pas la pérennité du périmètre car bien d'autres considérations entrent en jeu, mais cela augmente ses chances de réussite.

Il ne faut pas oublier que les résultats économiques dépendent de facteurs externes qui échappent aux paysans: le système des prix et des marchés (l'environnement économique) et les infrastructures de communication (qui dépendent des décisions politiques prises au niveau national ou international) sont eux aussi des facteurs-clés d'échec ou de réussite.

### **La collecte et l'analyse des données économiques**

Paradoxalement, alors que tous s'accordent à reconnaître que la gestion économique des périmètres irrigués est l'un des points cruciaux de leur succès ou échec, il est difficile d'obtenir les données économiques de base auprès des encadreurs, comptables ou trésoriers, chargés de la gestion ou du suivi de la gestion du périmètre. Les experts du CIEH, qui ont réalisé plusieurs études (à la demande des États) sur les résultats économiques des périmètres irrigués, ont constaté qu'il leur était difficile d'obtenir les données économiques sur la campagne en cours, et qu'il était très rare de disposer des données des campagnes précédentes.

Il est donc essentiel de prévoir, comme l'une des fonctions primordiales d'aide de l'État aux périmètres irrigués, L'appui à la collecte des données et à leur analyse par les paysans, et la conservation des archives économiques par une administration centrale ou un organisme désigné à cet effet. Ces données, qui sont la mémoire des projets, serviront de matériaux d'études et permettront d'établir des diagnostics. Elles pourront également servir de base à des évaluations plus précises des résultats moyens que l'on peut attendre de tel ou tel type de périmètre.

### **Différents niveaux d'analyse**

L'étude des résultats économiques d'un périmètre se limite souvent aux comptes du groupement. Or, le groupement est formé de familles, elles-mêmes composées d'individus qui ont chacun leurs intérêts propres. De plus, le périmètre irrigué entraîne la création de nouvelles activités sur le plan régional (et parfois la disparition d'autres), et bénéficie de certains appuis des États au niveau national. L'emboîtement de ces différents niveaux est décrit dans le schéma qui suit. Une analyse complète des effets de l'irrigation doit donc prendre en compte tous ces points de vue.

#### *Le revenu individuel*

Dans le schéma ci-contre, nous avons fait l'hypothèse que les paysans sont plus intéressés par leur revenu additionnel net en fin d'année (même s'ils doivent travailler plus pour cela, surtout en situation de sous-emploi saisonnier chronique) que par leur "profit", calculé après avoir déduit des charges fictives destinées à rémunérer leur travail et celui des membres de leur famille, aussi nous n'avons pas inclus dans les charges la rémunération du travail familial. Le calcul de la rémunération du travail paysan est néanmoins utile lorsqu'on ne connaît pas le montant des revenus extérieurs perdus du fait de leur travail sur le périmètre. On calcule alors le revenu journalier en divisant le revenu agricole par le nombre de jours de travail employés sur le périmètre.

#### Produit brut de la parcelle irriguée

- charges totales sur la parcelle (redevances + frais de culture)
- = revenu agricole de la parcelle irriguée
- revenus agricoles extérieurs perdus à cause du périmètre (du fait de main-d'œuvre moins disponible)
- + revenus additionnels non agricoles du périmètre (emploi salarié chez d'autres attributaires), transformation des produits agricoles, petit commerce
- = "revenu net" de l'irrigation du point de vue de l'individu

#### **Produit brut**

- charges**
- = revenu agricole**

#### **Revenu agricole**

- revenus extérieurs**
- + revenus additionnels**
- = "revenu net"**

#### *Le revenu familial*

Le bilan a la même forme. La seule différence réside dans le fait que certains individus, au sein de la famille, peuvent bénéficier du périmètre (les attributaires qui contrôlent la récolte) alors que d'autres y perdent (puisque'ils n'ont pas de parcelles mais sont mobilisés pour le travail du périmètre). Le revenu additionnel net pour la famille est donc la somme des revenus additionnels individuels des membres de la famille.

#### *Les résultats du groupement*

Le résultat net est égal à la différence entre les recettes collectives et les dépenses collectives (dans lesquelles il faut inclure l'entretien et les provisions nécessaires pour le renouvellement du matériel) et l'intérêt des emprunts contractés par le groupement.

#### Redevances payées par les adhérents (argent ou en nature)

- + produit net en nature (champ collectif)
- + subventions d'exploitation reçues
- charges de fonctionnement et d'entretien du périmètre (achats, salaires)
- provisions d'entretien, d'amortissement et intérêt des prêts
- = résultat net du groupement (perte ou profit de la campagne)

Les subventions font partie des recettes seulement s'il s'agit de subventions d'exploitation régulières et assurées (dans un cadre contractuel ou légal) sur lesquelles le

groupement peut compter. Par contre, s'il s'agit d'une subvention exceptionnelle destinée à boucher un trou temporaire, il ne faut pas l'inclure dans les recettes (c'est un "profit exceptionnel"). De même, une subvention d'équipement ne doit pas être introduite dans le compte d'exploitation.

#### *Les résultats du périmètre*

Le résultat économique de l'irrigation (revenu additionnel net), est égal à la somme des revenus additionnels des familles attributaires du périmètre et du résultat net du groupement. Cette mesure est intéressante car elle permet d'estimer le revenu additionnel engendré par le périmètre, indépendamment de son niveau d'organisation ou du montant des redevances effectivement payé par les attributaires; en d'autres termes, c'est le niveau de revenu que pourrait obtenir un exploitant privé s'il contrôlait l'ensemble du périmètre (avant déduction des salaires à payer). Les résultats du village, quant à eux, correspondent au revenu du périmètre, auquel on ajoute les revenus additionnels (ou pertes) des familles non attributaires.

#### *Au niveau régional*

Il faut ajouter au revenu du village, les revenus additionnels reçus par les autres villages ou groupes ethniques (par exemple les groupes venus participer aux gros travaux en échange de salaires ou d'une part de la récolte), et retrancher les pertes de revenus éventuels (effets négatifs sur les cultures de décrue, élevage, pêche, etc.). Les charges variables sont constituées par les intrants (engrais, semences, carburant), les travaux à façon, l'emploi de salariés... Les charges fixes sont les locations, les redevances, les impôts, l'amortissement et l'entretien du matériel, et le remboursement des emprunts.

#### *Au niveau du budget de l'État*

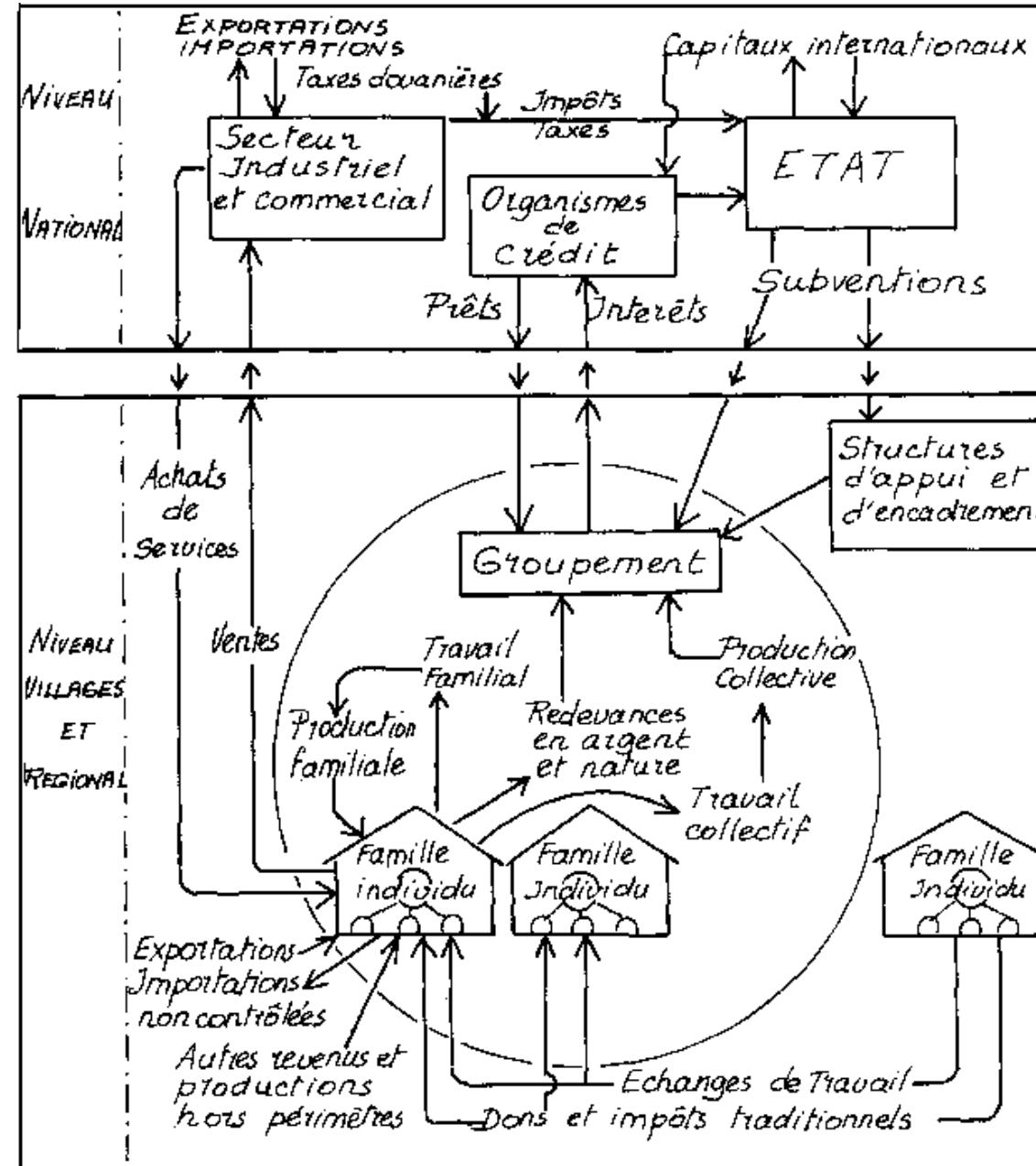
Les revenus supplémentaires, générés par cette activité économique accrue au niveau national (impôts et taxes, y compris sur les nouvelles importations ou exportations), compensent-elles les charges supplémentaires induites par l'irrigation (subventions aux groupements, remboursements d'emprunts internationaux)? Cette analyse est trop complexe pour être abordée ici, mais un système d'irrigation reposant sur une subvention permanente de l'État (ou des bailleurs de fonds étrangers) risque de ne pas avoir d'avenir à moyen terme à cause des difficultés budgétaires croissantes des États.

#### *Au niveau national*

Le schéma ci-dessous représente les différents niveaux d'analyse économique, en se limitant (pour simplifier) aux niveaux famille-groupement-périmètre-région-nationaux, et aux principaux flux d'échangés. Pour comprendre l'impact économique de l'irrigation, on ne peut donc se contenter d'un seul compte d'exploitation.

Lorsqu'on additionne les effets pour les différents agents économiques (y compris les entreprises non-agricoles, commerçants ou industries para-agricoles qui bénéficient indirectement de l'augmentation de la production irriguée) et les effets sur le budget de l'État, on aboutit au "résultat national". Cette donnée a son importance pour les investisseurs (Etat et bailleurs de fonds extérieurs) qui ont à apprécier l'effet global du projet sur le produit national brut. Cet effet est mesuré par le fameux TRI (Taux de Rentabilité Interne) mais on inclut rarement dans son calcul les effets "induits" sur le territoire villageois et la région. Cela supposerait des études assez fines des budgets familiaux, avant et après projet. Celles-ci sont malheureusement rarement disponibles.

On peut également mesurer l'effet du projet sur la balance commerciale du pays, en estimant la baisse des importations et l'accroissement éventuel des exportations (hors taxes). Cela permet d'estimer la capacité du pays à rembourser les emprunts internationaux destinés au développement de l'irrigation.



Au niveau national

### **Outils comptables et principaux indicateurs**

Dans la pratique, les trois niveaux d'analyse économique les plus utiles pour le technicien sont ceux des exploitations familiales, du groupement et du périmètre.

Voici les méthodes comptables qui permettent d'établir leurs résultats économiques et les principaux indicateurs nécessaires à la comparaison de ces résultats, d'un producteur à l'autre ou d'un groupement à l'autre.

#### *Les résultats économiques des producteurs*

Au niveau familial, ils peuvent être calculés (du moins estimés) ainsi: (40)

(40) Nous avons pris l'exemple des exploitants du périmètre irrigué villageois de Sadel, au Sénégal, étudié en détail.

• Surface attribuée par famille	0,7 ha
Cultures pratiquées	paddy
Rendement des cultures	4,6 t/ha
Par hectare: Revenu brut des cultures = production totale valorisée au prix du marché x 85 Fcfa/kg	391000 Sofa
• Temps de travail familial nécessaire (ramené à l'ha), en journées (entretien des canaux de la parcelle inclus) 250 j	

Dépenses à l'ha:

- Redevance au groupement	19300 Fcfa
---------------------------	------------

- Frais de culture: Mécanisation, intrants	27200 Fcfa
---	------------

Emploi de salariés ou entraide (payée en nature)	45000 Fcfa
--	------------

Total dépenses	91500 Fcfa
• Revenu net/ha (production totale à dépenses totales)	299500 Fcfa
• Revenu net par famille	210000 Fcfa

• Revenu net par jour de travail familial	1200 Fcfa/j (ou 14 kg paddy)
---	---------------------------------

Il faut ensuite estimer les changements dans le système de production résultant de la pratique de la culture irriguée: diminution éventuelle des surfaces en culture traditionnelle, augmentation ou diminution du troupeau, diminution des activités non agricoles (migrations saisonnières, petit commerce).

Dans la pratique, ce genre d'étude est rarement menée à terme, il faut reconnaître que cela serait assez lourd à mener systématiquement; par contre, il est facile d'aborder ces questions au cours d'entretiens non directifs avec un échantillon de producteurs et d'évaluer le sens des variations et des obstacles rencontrés par les agriculteurs. Les enquêtes sur l'utilisation de la main-d'œuvre familiale sont utiles pour déceler les principaux "goulets d'étranglement" mais difficiles à interpréter à cause du pourcentage élevé de temps consacré à des activités non agricoles, souvent d'ordre social. Ce qui nous renvoie à la notion d'objectifs non économiques des paysans.

#### *La productivité moyenne du travail familial*

Afin de ne pas rester dans cette impasse, on utilise un nouvel indicateur: la productivité moyenne du travail qui correspond au revenu net moyen (avant de payer les salaires) divisé par le nombre total de jours de travail y compris salariés). Si cette productivité est inférieure ou égale au "salaire journalier moyen" de la région, on peut parier que les producteurs considéreront le résultat comme peu intéressant et abandonneront rapidement. Par contre, il est difficile de déterminer le niveau au-dessus du salaire moyen auquel il faut se situer pour que la production soit réellement incitative. L'un des éléments qui entrent en ligne de compte est celui du "risque additionnel" ajouté par l'irrigation.

Mais l'attributaire peut employer des salariés (lorsque l'offre de travail locale est suffisante) et donc obtenir un revenu supérieur pour son propre travail familial. On doit alors distinguer le "revenu du travail familial" du revenu du travail moyen. De toutes façons, cette mesure reste très approximative, puisque les temps de travaux ne peuvent être estimés avec précision, que les rendements et les revenus varient énormément d'une parcelle à l'autre et que la notion de "salaire moyen" est souvent vague et dénuée de sens. Il s'agit de sociétés où les échanges de travail se font souvent sous forme "d'échangés en nature" plus que monétaires.

Lorsque c'est possible, on peut également comparer la productivité moyenne du travail familial à la productivité du travail dans les cultures traditionnelles. Si les deux cultures (irriguées et pluviales) se trouvent en concurrence à la même période, il est probable que les paysans donneront priorité à celle qui leur offre le meilleur rendement (41). Cela dit, il est rare que cultures irriguées et pluviales soient en concurrence durant toute l'année. Ce qui limite la portée de cette comparaison durant la saison sèche; c'est plutôt le revenu attendu des migrations saisonnières ou de l'artisanat qu'il faudra comparer.

(41) Voir la comparaison riz irrigué/sorgho de décrite p 98.

Le producteur s'intéresse souvent au revenu total attendu d'une activité donnée, plutôt qu'au revenu d'une journée de travail. Proposons par exemple à des jeunes de faire un petit périmètre maraîcher de contre-saison, avec un haut revenu de travail mais des surfaces très limitées par adhérent. Il est probable qu'ils refuseront, à moins d'obtenir en fin de saison un revenu au moins égal à celui des migrations saisonnières habituelles. En effet, cultiver 10 m<sup>2</sup> de choux, à raison d'une heure de travail tous les deux jours, les oblige à renoncer à la migration.

Le revenu moyen du travail reste cependant un indicateur intéressant dans une économie rurale où le travail et le capital sont les deux facteurs limitants (et non la

terre).

### Le compte d'exploitation agricole

Production brute			
Charges variables	Marge brute		
	Charges fixes	Revenu agricole (y compris revenu du travail familial)	
Charges en nature	Charges monétaires		
Le budget familial			
Charges effectivement payées	Endettement	Décapitalisation	Revenu agricole
Charges payées en nature	Charges payées en argent	Consommation totale de la famille	
		Dépenses monétaires de la famille	Production auto-consommée
		Production vendue	

Schéma des indicateurs économiques du "compte familial d'exploitation "

### *Les résultats des groupements*

Les indicateurs suivants permettent de comparer les périmètres entre eux, en ramenant les données économiques à l'hectare et par an (toujours sur l'exemple de Sadel). Voir page suivante.

#### **1) Données structurelles:**

Coût de l'aménagement (hors études)	130000 Fcfa/ha
Coût du matériel	500000 Fcfa/ha
Durée de vie espérée (amortissement) de l'aménagement, du matériel:	5 ans pour la pompe 10 ans pour bac et tuyaux

Période de disponibilité de l'eau	9 mois/an
Assolement moyen (intensité culturelle)	1 paddy/an

#### **2) Revenus:**

Cotisations payées par les adhérents, produits collectifs	19300 Fcfa
Autres sources de revenus (marges sur commercialisation, intrants)	-

#### **3) Charges:**

• Coût de l'encadrement payé par le groupement	
• Coût de l'irrigation:	

- frais de pompage (carburant, électricité)	17000 Fcfa
---	------------

- frais d'entretien du matériel	2300 Fcfa
---------------------------------	-----------

- amortissement du matériel	75000 Fcfa
-----------------------------	------------

- amortissement entretien du réseau	5000 Fcfa
-------------------------------------	-----------

• Total coût de l'eau:	
- m <sup>3</sup> d'eau utilisé/ ha	8000 m <sup>3</sup>

- coût de l'eau (F/m <sup>3</sup> )	12,4 Fcfa/m <sup>3</sup>
<b>• Autres charges (intérêts d'emprunts, intrants agricoles utilisés en commun, etc.)</b> 30000 Fcfa	
• Total charges/ha (charges/ ha/ campagne = C)	129300 Fcfa
• Bénéfice ou déficit du périmètre hors subvention (R - C)	- 110000 Fcfa
• Subventions de fonctionnement accordées par l'État (hors encadrement)	106000 Fcfa
<b>RÉSULTAT NET DU PÉRIMÈTRE</b> (après subvention)	- 4000 Fcfa

Les données concernant le périmètre sont, en principe, relativement à obtenir. Les éléments délicats du calcul sont les coûts d'entretien et l'amortissement des infrastructures et du matériel. Doit-on se baser sur les durées "normales" de vie des équipements lorsqu'ils sont entretenus correctement ou sur les durées observées sur le terrain du fait d'un entretien difficile? Il est préférable de se rapprocher de la réalité du terrain, lorsque c'est possible, sur la base de données fiables. En l'absence de ces données, on peut se fier à la norme habituelle (amortissement sur cinq ans pour les pompes, dix ans pour les canaux en terre, vingt ans pour les bâtiments et les autres infrastructures; frais d'entretien annuel: 1 % de la valeur des infrastructures). Il est préférable de calculer les amortissements des pompes sur la base de leur nombre d'heures de fonctionnement et non par an. Tous les mécaniciens savent que la durée réelle de vie d'un moteur se calcule en nombre d'heures de fonctionnement (5000 heures pour un diesel en moyenne) et non en années.

Lorsqu'on compare deux périmètres irrigués par un même type de pompe, dont l'un pratique deux cultures par an et utilise sa pompe pendant 2000 heures, et l'autre n'effectue qu'une irrigation d'appoint en hivernage pendant 800 heures, il n'est pas logique de compter des provisions pour amortissement et entretien similaires. Il faudra remplacer la pompe du premier périmètre avant trois ans, alors que celle du deuxième devrait durer six ans à conditions d'entretien égales. Ceci justifie l'importance du calcul du "prix de l'eau". Les redevances liées à l'eau sont proportionnelles aux quantités utilisées. Le prix de l'eau mesure donc bien le coût de l'irrigation en fonction de la technique et du site retenus.

#### *Les résultats du "périmètre"*

Nous avons analysé les résultats économiques de l'irrigation d'abord du point de vue des producteurs puis du groupement qui gère le périmètre. L'addition de ces deux comptes d'exploitation donne le résultat économique du périmètre considéré comme un ensemble. Il faut faire attention à l'ambiguïté possible entre les résultats du groupement (qui gère le périmètre en tant qu'investissement collectif) et le résultat global du périmètre. Si le groupement accuse un déficit annuel d'exploitation de 500000 Fcfa, et que ses 50 membres en tirent un revenu moyen de 40000 Fcfa chacun, le résultat global du périmètre est de  $(50 \times 40000) - 500000 = 1500000$  Fcfa de produit net par an.

L'analyse des performances "techniques" du périmètre exige la prise en compte de l'efficience de la distribution de l'eau (voir annexes n°4). La combinaison des indices techniques et les indices économiques permet un diagnostic très utile pour comparer des périmètres de même type mais obtenant des résultats différents.

### *Indicateurs de "performance" technico-économiques*

Parmi les indicateurs de performances les plus courants, citons:

- l'efficience totale (besoins des cultures par rapport à la quantité d'eau totale mobilisée);
- l'efficience de la distribution (eau reçue dans les parcelles par rapport à la quantité d'eau mobilisée);
- la production brute par m<sup>3</sup> d'eau consommée (valorisation de l'eau);
- la production nette par m<sup>3</sup> d'eau mobilisée;
- le coût de l'eau.

### **Le diagnostic comparatif des périmètres**

Examinons l'exemple suivant:

	Cultures	Riz 1	Riz 2
Caractéristiques physiques	Période	juillet/septembre	août/septembre
	Besoins en eau du riz	10000 m <sup>3</sup>	13000 m <sup>3</sup>
	Quantité d'eau potable apportée	12000 m <sup>3</sup> efficience 83 %	18000 m <sup>3</sup> efficience 72 %
Coût de l'irrigation en Fcfa	Fixe	30000	35000
	Variable	11 F./ m <sup>3</sup>	10 F./ m <sup>3</sup>
	Frais de culture	50000	80000
	Total/ ha	162000	215000
	Production	4t/ ha - 340000	5,5 t/ ha - 469000
Production brute en Fcfa	Production brute par m <sup>3</sup> d'eau	0,33 kg (28 F)	0,30 kg (26 F)
	Produit net en Fcfa	128000	172000
	Valorisation nette	10,7 F par m <sup>3</sup> d'eau	9,5 F par m <sup>3</sup> d'eau

Comparons les deux périmètres rizicoles, présentés dans le tableau ci-dessus, en ramenant toutes les données pour faciliter l'étude: les périmètres 1 et 2 ont des coûts

d'irrigation (par m d'eau pompée) très comparables. Le périmètre 2 consomme beaucoup plus d'eau parce que la culture y est plus tardive et aussi parce que l'efficience de la distribution y est inférieure. Malgré des frais d'irrigation et de culture plus élevés, il obtient cependant de meilleurs résultats nets, grâce à un rendement moyen plus élevé.

Cette comparaison soulève plusieurs questions à étudier avec les paysans.

- La meilleure efficience du premier périmètre n'entraîne-t-elle pas des pénuries d'eau dans certaines parcelles qui seraient en partie responsables du mauvais rendement en riz du premier périmètre? Selon la réponse obtenue, il faudra rechercher comment réduire les pertes dans le deuxième périmètre, ou au contraire augmenter la quantité pompée dans le premier afin d'améliorer le rendement. Si l'on fait croître le rendement moyen de 4 à 5 t en augmentant la quantité d'eau pompée de 2000 m<sup>3</sup>, ce qui ramène l'efficience globale à un niveau identique au périmètre 2, on gagne: (1 t x 85000 Fcfa) - (2000 m<sup>3</sup> x 11 Fcfa) = 63000 Fcfa/ha de marge brute.
- Si le mauvais rendement de 1 n'est pas dû à une pénurie d'eau, comment l'expliquer? La pénurie d'eau est-elle liée à un apport moindre d'intrants, puisque 1 dépense moins que 2 sur ce plan? Peut-être est-ce dû à un problème de fertilité des sols? La pénurie d'eau est-elle causée par une moindre disponibilité en travail durant cette saison? Il existe toute une série de causes possibles. Dans le cas où c'est la période de culture qui explique ces différences, il est peut-être préférable de suggérer de la retarder, puisque le périmètre 2 obtient de meilleurs résultats, malgré sa consommation d'eau plus élevée.
- Jusque là, nous avions fait l'hypothèse d'une eau disponible en quantité illimitée (cas du pompage sur fleuve). Si le pompage s'effectue sur une ressource limitée (lac de barrage ou nappe phréatique), il est souhaitable d'encourager, sur le plan régional, les périmètres qui ont le meilleur rapport production nette/ m<sup>3</sup> d'eau consommés. Dans ce cas, le périmètre 1 obtient de meilleurs résultats, il faut donc encourager 2 à améliorer son efficience voire à accepter l'idée de changer sa période de culture, même si cela se traduit par des résultats moindres pour les producteurs. Prendre des mesures administratives peut alors s'avérer nécessaire. Ce qui n'exclut pas d'expliquer clairement aux intéressés le pourquoi de ces mesures.

## Comparaison de cas concrets

Sans avoir l'ambition d'effectuer des comparaisons régionales ou nationales, voici quelques exemples d'analyse économique concernant des petits périmètres. Cela devrait concrétiser la méthode proposée et aider le lecteur à dégager quelques conclusions utiles (42) synthétisées en fin de chapitre.

(42) A ce sujet, nous renvoyons les lecteurs intéressés au rapport du CIEH "Aménagements hydro-agricoles en zone soudano-sahélienne, leurs coûts, leurs résultats" (Berthomé, Goueffon, Piaton). Juin 1986.

### Les périmètres villageois de Matam (Sénégal)

#### Contexte

La densité de population dans la zone de Matam est assez élevée. Autrefois, l'agriculture y reposait principalement sur les cultures de décrue (walo) car le fleuve Sénégal inonde, chaque année, de vastes surfaces à cet endroit. La culture de décrue permet d'obtenir un rendement assez élevé (de l'ordre de 1 t de sorgho à l'ha) pour un investissement en travail minime; la terre de décrue joue donc un rôle décisif dans le système social traditionnel. Les familles nobles disposent de parcelles strictement délimitées. Les plus importantes ont de grandes surfaces qu'elles font cultiver en métayage "de moitié" (*rempecem*) par des agriculteurs moins pourvus

(leurs anciens captifs, en général). L'irrégularité des crues fait considérablement varier la production du walo d'une année à l'autre. Cette agriculture suppose donc un stockage pluri-annuel des céréales au sein du village.

La zone de Matam a une longue tradition de migrations, saisonnières ou de longue durée. Mais, depuis les années 60, le processus s'est considérablement amplifié avec des départs réguliers et importants, notamment vers la France. La sécheresse des années 70 et 80 a renforcé cette tendance. La production des walo a diminué et a rendu la population dépendante des envois d'argent des émigrés, pour l'achat de céréales importées.

L'aménagement par la SAED de petits périmètres villageois d'une vingtaine d'hectares, équipés de motopompes diesel, sur les bourrelets alluviaux ou "fondé" a donc été bien accueilli. En effet, ils ne remettaient pas en cause le système de mise en valeur du walo et ne posaient pas trop de problèmes fonciers car les terres de *fondé* n'avaient qu'une valeur productive et social limitée. Par contre, les périmètres irrigués villageois offraient une possibilité nouvelle de production durant les années sèches et entraient donc bien dans la stratégie "anti-aléatoire" des agriculteurs.

Vu la taille réduite des sites aménageables à moindre coût (pas d'endiguement nécessaire), les surfaces disponibles par famille sont restées limitées, de l'ordre de 0,4 ha. Cela a permis l'adoption de techniques culturales intensives (planage manuel, repiquage) sans mécanisation, avec des rendements moyens élevés (5 à 6 t de riz paddy par ha) et des charges de culture monétaire minimales.

Il y a une complémentarité possible entre les calendriers de culture du riz irrigué en hivernage tardif (repiquage en août/septembre, récolte en novembre/décembre) et ceux de la culture de décrue (semis en octobre/novembre, récolte en janvier/février). Cependant, lorsque la crue est très bonne et que les surfaces cultivables en walo sont très importantes, les paysans préfèrent délaisser l'irrigation pour se consacrer entièrement à la décrue. Ce fut cas de l'hivernage 1988.

### *Les comptes*

Comment se présentent les comptes d'un groupement dont les membres disposent de surfaces importantes (Sadel): (43)

*(43) Il s'agit d'estimations réalisées en 1986-87 par P. Lavigne Delville du GRDR. Ce groupement ne représente pas nécessairement un cas typique de périmètres irrigués villageois de la Moyenne Vallée. Les coûts d'aménagement et de pompage varient nettement d'un périmètre à l'autre.*

Caractéristiques techniques et coûts moyens en Fcfa:

- Coût de l'aménagement (moyenne SAED) non compris participation paysanne en travail 130000 F (2600 F/ha)
- Coût du groupe motopompe avec tuyaux 500000 F (10000 F/ha)
- Surface moyenne par famille: 0,7 ha pour une famille de dix personnes, dont 5 actifs (2 hommes, 3 femmes). Une seule campagne rizicole par an.

Le compte d'exploitation du pérимètre irrigué se présentait ainsi en 1987: (valeurs en Fcfa/ha)

- Revenus:
  - cotisations pour le pompage 19300

- cotisations pour l'engrais	25000
Total des revenus	44300
<b>• Charges:</b>	
- gas-oil	17000
- entretien pompe, déplacements	2300
- achat d'engrais	25000
- amortissement moteur (sur 5 ans)	50000
- amortissement pompe et bac (10 ans)	25000
- provision pour gros entretien (réseau, matériel) estimé à 1 % de l'investissement	5000
- intérêt des emprunts (crédit agricole)	-
- crédits de campagne (10 %)	5.000
- crédits d'équipement (7 %)	25000
Total des charges	154300

DÉFICIT DU PÉRIMÈTRE	110000
• Subventions de l'État (Saed):	
- crédit gratuit	30000
- subvention à l'amortissement (44)	71000
- subvention au gros entretien	5000
Total subventions directes	106000
DÉFICIT APRÈS SUBVENTIONS	4000

(44) Jusqu'en 1987, la SAED ne demandait qu'une provision pour le renouvellement du matériel de 4000 Fcfa/ha et par an et assurait le gros entretien.

Le compte d'exploitation du groupement est à peu près équilibré, à condition de voir se poursuivre la subvention de la SAED. Par contre, si cette subvention disparaît (ce qui semble devoir être le cas par suite de la politique de désengagement adoptée récemment), le compte est lourdement déficitaire (seules 30 % des charges réelles sont actuellement payées par les adhérents). Le fait est que le poste "renouvellement et entretien" représente la plus grande part des charges (70 % si l'on inclut l'intérêt des emprunts d'équipement), mais il est totalement ignoré des paysans. Voici une estimation du coût de l'eau pompée dans ce PIV (coût en Fcfa/ha)

Quantité moyenne pompée (45)	8000 m <sup>3</sup> /ha
Coût du carburant	17000
Coût de l'entretien courant	2300
Amortissement GMP	75000
Entretien/amortissement du réseau	5000
TOTAL	99300 F. soit 12,4 F/m

(45) En se basant sur la consommation en gas-oil observée (80 l/ha) et le rendement des motopompes mesurées par le projet "Gestion de l'eau" à Matam: 100 m<sup>3</sup>/litre de gas-oil (en bonnes conditions). Cette consommation d'eau semble inférieure aux consommations habituelles observées sur d'autres PIV.

Ce coût de l'eau semble surestimé par rapport à la moyenne des périmètres irrigués villageois. Du fait de la faible consommation en eau de ce périmètre, la pompe ne tourne que 640 heures par an (sur la base d'un débit de 250 m/h en moyenne), ce qui ne justifie pas un amortissement en cinq ans. En se basant sur une consommation de 12000 m/ha, plus proche de la moyenne, le coût de pompage est de 8,9 Fcfa/m<sup>3</sup>, pour une durée de vie estimée du moteur de 4800 heures. Il faut également prendre en compte des frais pris en charge individuellement par les paysans (semences et main-d'oeuvre extérieure rétribuées en nature, pour le repiquage et la récolte). Le compte d'exploitation de l'agriculteur se présente donc ainsi en 1987 (en Fcfa/ha):

- Charges

- cotisations	19300
- engrais	25000
- main d'oeuvre (payée en nature, environ 530 kg de paddy/ha)	45000
- semences 26 kg/ha	2200
Total des charges	91500

- Produit brut 4600 kg de paddy

REVENU DES IRRIGANTS (76 % du produit brut) 391000

299500

Nous ne disposons pas ici de données précises sur le temps de travail requis par cette production. La norme habituelle est de 200 jours/ha pour un riz repiqué entièrement manuel. Certains suivis familiaux (46) effectués par enquêtes donnaient des chiffres nettement plus élevés dans le cas des périmètres irrigués villageois, de l'ordre de 600j/ha. La petite taille des parcelles (0,4 ha dans notre cas) est une cause de baisse de productivité (cela prend le même temps ou presque d'irriguer 4 ha bien planes que 0,2 ha). On peut aussi penser que ces chiffres reflètent un certain sous-emploi de la main d'oeuvre familiale. (Peut-être ne travaille-t-on pas avec la même énergie sur le périmètre que sur les champs pluviaux?). Tout ceci souligne la difficulté à établir des normes et des comparaisons en besoins en travail, surtout sur des micro-parcelles.

(46) Consulter l'ouvrage "Etude d'unités de production de paysans pratiquant la culture irriguée dans le cadre de la SAED. Analyse descriptive " de P. Bonnefond, ORSTOM, 1980.

Admettons, dans notre exemple, que les besoins sont majorés de 50 %, du fait de l'exiguïté des parcelles et des besoins de travail collectif pour l'entretien (de l'ordre de 10 jours/an et par parcelle, soit 25j/ha), on aboutit à un besoin en travail de 300 jours/an. L'entraide pour le repiquage et la récolte, rémunérée (ou plutôt remerciée, car

il ne s'agit pas d'un rapport purement économique) en nature, représente à peu près une cinquantaine de journées sur ce total. La rémunération de la main d'oeuvre familiale est donc de l'ordre de 1200 Fcfa/jour (299000 divisés par 250), ou l'équivalent de 14 kg de paddy par jour. Ce calcul a été fait sur la base d'un prix du paddy égal au cours officiel (85 Fcfa/kg). Dans la réalité, les paysans vendent une partie de leur récolte au commerçant local, au cours de 50 Fcfa/kg seulement (en dehors des périodes d'achat par la SAED). Si on calcule leur revenu à ce cours, on aboutit à un revenu moyen de 630 Fcfa/j, ou 12,5 kg de paddy.

#### *Le point de vue du paysan*

Essayons maintenant de comprendre le point de vue du paysan. Voir le tableau page ci-contre. Volontairement, nous n'avons pas présenté ce compte en argent, mais en nature, la production étant presque entièrement destinée à l'autoconsommation ou aux échanges sociaux. De plus, les charges monétaires sont réglées avec l'argent des émigrés. Pour ces derniers, il s'agit d'une bonne affaire puisqu'ils ne dépensent que 27000 Fcfa pour une production supplémentaire de 2,5 t suffisante pour couvrir le besoin de leur famille, alors que sans irrigation ils auraient dû dépenser 125000 Fcfa pour acheter du riz importé et combler le déficit vivrier de la famille (1,5 t compte tenu des 500 kg de céréales produites en moyenne dans les champs pluviaux ou de décrue).

#### *Parcelles irriguées représentant 0,7 ha par famille, moyenne*

	Produit	Charges
Récolte (4,6 t/ ha)	3,2 t paddy	-
Semences	-	20 kg
Main-d'oeuvre extérieure*	-	350 kg
Dîme religieuse (Diaka)	-	300 kg
Récolte nette en nature	2530 kg	-
Cotisations du groupement (incluant l'engrais)	-	27000 Fcfa soit 320 kg au cours officiel ou 500 kg au cours local (au moment de la récolte)

\* La main-d'oeuvre est payée en nature.

Pour le chef de famille, les 175 jours de travail familial nécessaires ne représentent que 35 % de la main-d'oeuvre familiale totale disponible, pendant les cinq mois d'hivernage (mais 85 % de la main-d'oeuvre masculine) et sur la base de vingt jours de travail disponible par adulte et par mois. D'autres activités agricoles mobilisent cependant la famille, et permettent la diversification des revenus et la limitation des risques.

- La culture de décrue sur les berges (falo) est décisive dans ce village.
- Les patates douces, calebasses et haricots *niebé* cultivés d'octobre à mars, se vendent bien dans la région et fournissent un revenu d'environ 150000 Fcfa par famille (très variable selon les surfaces disponibles).
- Les cultures céréalierées pluviales et de décrue, elles, ont très peu produit cette année-là (400 kg par famille).

- L'émigration est la source de revenu monétaire principale de plus de la moitié des familles (en moyenne, deux émigrés par famille). Cet argent sert surtout à acheter des céréales pour combler le déficit vivrier ou à payer les charges de l'irrigation.

Pour mieux comprendre les stratégies paysannes, il faudrait entrer dans le fonctionnement interne de la famille et tenir compte des rapports entre le culturel, le social, et l'économique. Il y a une certaine ambivalence des chefs de familles, gardiens de la tradition envers l'irrigation qui constitue certes une nouvelle source de revenu et une certaine garantie vivrière mais leur impose d'autres normes d'organisation et de nouveaux rapports avec l'État. Quoiqu'il en soit, d'une famille à l'autre, la quantité de travail investi dans l'irrigation, la densité de repiquage et la qualité du désherbage varient énormément. Ces différences se traduisent par des écarts de rendement très importants, de 1,5 t à 6 t/ha. Dans cette étude, on a relevé le cas de deux parcelles d'un hectare données en métayage "de moitié" (*rempecem*). Ce qui signifie que deux exploitants étaient prêts à abandonner 50 % du produit pour agrandir leurs parcelles irriguées.

#### *Les conséquences du désengagement de l'État*

Si les paysans devaient assurer entièrement l'entretien et le renouvellement du matériel, qu'adviendrait-il? Leurs charges monétaires, cotisations, passeraient de 44300 à 154300 Fcfa/ha, soit une augmentation de 250 %. Du point de vue technique, cela aboutirait (si le prix d'achat du paddy est garanti à 85 Fcfa/kg), à une baisse de 35 % en moyenne du revenu net: 190000 Fcfa/ha, soit 9 kg de paddy par jour de travail. Comme nous l'avons déjà observé, cette baisse du revenu serait plus forte pour les exploitants les moins intensifs (qui abandonneraient la production car leur revenu deviendrait négatif), et moins marquée pour les plus intensifs.

Quelle serait alors la situation pour le chef de famille moyen? En supposant que les émigrés n'acceptent qu'un doublement de leur contribution monétaire, le chef de famille devrait vendre au moins 500 kg de paddy pour pouvoir payer le restant de sa cotisation sur 0,7 ha. Ceci ramènerait le produit vivrier net à 2030 kg par famille (1670 kg sans augmentation des cotisations des émigrés). Une situation démotivante. Quel paysan accepterait, sans réagir, de voir ses charges augmenter de 250 %? Les premiers résultats du désengagement montrent d'ailleurs que de nombreux groupements se découragent et arrêtent d'irriguer lorsque les charges augmentent. Mais cette situation est peut-être transitoire (47).

(47) *D'après N. Frelot du GRDR, 94 périmètres irrigués sur 234 ont renoncé à réaliser leur campagne d'hivernage 1989-1990 dans la région de Matam à la suite de l'augmentation des coûts de pompage consécutifs au désengagement de la SAED.*

#### *Au niveau du terroir villageois*

La localisation des périmètres irrigués villageois ne perturbe guère la production traditionnelle, centrée sur les falot et les walo. Les conséquences sur l'environnement semblent limitées car le périmètre irrigué villageois affecte peu les disponibilités en eau (pompage dans le fleuve Sénégal). Quant à l'impact sur la santé, il est sans doute limité car il n'y a pas de poches d'eau permanentes. Les effets sur le bétail du village sont sans doute plutôt positifs. Par contre, l'emploi de branches d'épineux pour la clôture accélère le déboisement.

Des baisses de fertilité sérieuses sont observées par les paysans après quelques années sans qu'il soit possible d'en déterminer la cause principale: baisse de la matière organique, érosion et tassemement ou multiplication des mauvaises herbes. Le village bénéficie plus de la production irriguée que la somme des familles adhérentes. Le produit de la dîme, mais aussi la rémunération de l'entraide restent en effet, en partie du moins, dans le village.

#### *Au niveau national et de l'État*

De nombreuses analyses ont montré le coût extrêmement élevé pour l'État sénégalais du soutien à la production irriguée avant le désengagement. En plus des importantes subventions directes, la SAED devait entretenir un encadrement important pour assurer les fonctions de gestion, de commercialisation, de transformation et de suivi qui sont progressivement transférées aux paysans et aux institutions de crédit rural. A un moment, on en était même arrivé à la situation paradoxale où chaque kilo de riz produit coûtait aussi cher à l'État que son importation au cours mondial! (48) Même après le désengagement, l'État doit faire un choix stratégique. Maintenir un cours du riz plus élevé que le prix mondial (au risque de mécontenter les masses urbaines) ou baisser les prix (au risque de compromettre toute politique d'autosuffisance céréalière et en premier lieu le développement de la riziculture irriguée).

(48) *D'après une évaluation réalisée en 1981 le total des subventions pour le riz commercialisé par la SAED atteignaient 73 Fcfa/kg alors que le prix du riz importé était de 80 Fcfa/kg.*

Sur le plan des ressources en eau et de l'impact sur l'environnement, on ne peut raisonner au niveau national comme on le fait pour le terroir. En effet, si l'installation d'un périmètre irrigué villageois n'affecte guère le niveau du fleuve et ne modifie pas les possibilités de décrue ou de pêche, il en va différemment lorsqu'on projette de réaliser 10000 périmètres irrigués de 20 ha chacun. Cela entraînera la réduction du débit en période d'étiage et suppose donc une gestion du barrage-réservoir de Manantali (en amont) différente.

#### *En conclusion*

Il faut se garder d'une interprétation trop rapide. Le modèle technico-économique proposé n'est pas aberrant pour la collectivité nationale ni pour les paysans qui visent d'abord l'autosubsistance. Compte tenu de leur faible coût d'aménagement et d'encadrement, les périmètres irrigués villageois peuvent rapporter plus qu'ils ne coûtent dans l'hypothèse d'un réel désengagement de l'État.

Cela dit, la productivité réelle du travail reste faible malgré les bons rendements, et le pompage représente un coût monétaire non négligeable qui suppose une modification profonde des logiques paysannes. Il n'est pas certain, dans les conditions actuelles (fort revenu de l'émigration, importance de l'aide alimentaire), que les "avantages" des périmètres irrigués villageois contrebalancent leur "coût" économique et social aux yeux des paysans du fleuve Sénégal.

#### **Le cas du périmètre de Galmi au Niger**

Il s'agit d'un grand périmètre villageois réalisé sous un barrage. On y cultive du sorgho et du coton en association durant l'hivernage, et des oignons pendant la contre-saison. Voici ses caractéristiques techniques:

• Surface totale affectée	350 ha
dont:	
- périmètre irrigué	245 ha
- réservoir	100 ha

- Coût d'aménagement total 2500 M Fcfa  
(10 M Fcfa/ha irrigué)
- dont: barrage 2000 M Fcfa

A cause de l'ensablement, le barrage ne fonctionnera pas plus de 40 ans.

#### *Résultats au niveau du terroir*

Le tableau de la page ci-contre (extrait de la thèse de Norman Ray, Université de Cornell, 1988) représente une estimation de la valeur ajoutée nette, c'est-à-dire du revenu additionnel net obtenu sur le périmètre de Galmi, en ne comptant pas le travail comme un coût monétaire. Il montre que le projet a permis d'augmenter la production nette (valeur ajoutée) de 111 M Fcfa environ, en contrepartie d'une augmentation du travail agricole de 115000 journées de travail supplémentaires, soit en moyenne un revenu de 960 Fcfa/jour de travail. En première approximation, il est possible de négliger les intérêts des capitaux supplémentaires (intrants et semences) que les agriculteurs doivent avancer.

#### **ESTIMATION DE LA VALEUR AJOUTÉE NETTE (en Fcfa)**

Cultures	Production brute (PB) surface x rendement x prix	Frais intrants totaux (I)	Redevance totale (R)	Production nette = (PB - I - R)	Jours de travail totaux
Sorgho (périmètre)	125 ha x 2,2 t x 60 F/kg = 16,5 MF	2,1 MF	4 MF	+ 10,4 MF	9900 j
Coton (périmètre)	125 ha x 2,5 t x 100 F/kg = 31,2 MF	3,5 MF	4 MF	+ 23,7 MF	38500 j
Oignons (périmètre)	80 ha x 38 t x 30 F./ kg = 91,2 MF	24 MF	2 MF	+ 65,2 MF	53700 j
<sup>1</sup> Oignons* hors périmètre	30 ha x 40 t x 30 F/kg = 36,0 MF	9 MF	-	+ 27 MF	43500 j
Autres cultures de décrue	15 ha x 300000 F/ha = 4,5 MF	1 MF	-	+ 3,5 MF	2000 j
Total (T1)	Production totale après construction du barrage = 179,4 MF	39,6 MF	10 MF	+ 129,8 MF	147900 j
<b>Production estimée avant le barrage:</b>					
Sorgho	175 ha x 0,6 t x 60 F/kg = 6,3 MF	0,9 MF	-	5,5 MF	= 10500 j
Oignons	15 ha x 40 t x 30 F/kg = 18,0 MF	4,5 MF	-	13,5 MF	21900 j
Total (T2)	= 24,3 MF	5,4 MF	-	19,0 MF	32400 j
<b>Résultat net du barrage et du périmètre (T1 - T2)</b>	<b>155,1 MF</b>	<b>34,2 MF</b>	<b>10 MF</b>	<b>110,9 MF</b>	<b>115500 j</b>

\* On a considéré que les oignons hors périmètre étaient arrosés manuellement (calebasse), donc avec des frais monétaires réduits mais un fort besoin en travail.

#### Résultats au niveau des familles agricoles

Là encore, il existe peu de données précises sur l'évolution du système de production des paysans. L'impact du périmètre est évidemment différent pour ceux qui disposaient de terres dans la zone désormais inondée, et ceux qui n'en avaient pas mais ont obtenu une parcelle. Le nombre des attributaires s'élève officiellement à 846 en 1987.

Prenons le cas d'une famille qui disposait de 1 ha cultivé en sorgho pluvial et 0,1 ha en oignons arrosés à la main à partir de puisards. Avec l'aménagement, cette famille a perdu ses champs pluviaux mais a obtenu en contrepartie une parcelle irriguée de 0,3 ha, et une petite parcelle de 0,1 ha en zone de décrue. Nous pouvons calculer l'évolution du travail et du revenu de cette famille. Ce calcul est présenté dans le tableau, page ci-contre.

Cette famille, pour un travail équivalent, et malgré une nette diminution des surfaces cultivées (de 1,1 à 0,4 ha) obtient une augmentation de 47 % de son revenu agricole. Le revenu moyen de son travail passant de 587 Fcfa/jour à 870 Fcfa/jour, elle peut donc faire appel à des salariés pour la main-d'oeuvre supplémentaire dont elle a besoin. Cela reste possible tant que le coût moyen de la journée de travail (500 F/j) reste inférieur au revenu supplémentaire obtenu. Néanmoins, cette intensification s'est traduite par une augmentation nette des charges monétaires qui ont plus que doublé (49). La coopérative a joué un rôle décisif en assurant le crédit aux producteurs pour les redevances payables à la récolte.

(49) Ou même quadruplé, si l'on considère qu'une grosse part des charges de culture de l'oignon sont en fait des semences autoproduites.

L'intensification se traduit également par une baisse de la production vivrière (de 600 à 330 kg de sorgho par an) au profit des cultures commerciales. Les paysans doivent donc acheter des céréales à l'extérieur, ce qui n'est pas sans conséquence sur le fonctionnement interne des familles. Le barrage a contribué à réduire les risques climatiques, parce que, grâce à la taille de son bassin-versant, il se remplit toujours, au moins partiellement, même avec de faibles pluies. Et les variations de surface irrigable touchent plus l'oignon que les cultures d'hivernage.

Les paysans ont joué la carte de l'intensification, car un ensemble de facteurs exceptionnels les y conduisait:

- une forte tradition de la culture de l'oignon dans la zone;
- des circuits de commercialisation et d'exportation déjà en place;
- une valeur ajoutée élevée de cette culture; mais l'extension à d'autres périmètres risquerait de provoquer un effondrement des cours, car la demande est limitée lors du pic de récolte en février/mars (les producteurs de Galmi sont protégés de la concurrence par l'ONAHA qui décourage la production d'oignon sur les nouveaux périmètres de la région).

#### ÉVOLUTION DU TRAVAIL ET DU REVENU D'UNE FAMILLE AVEC L'AMENAGEMENT IRRIGUÉ

	AVANT	APRÈS

					Dans le périmètre (0.3 ha)		Hors périmètre (0.1 ha)	Total	
Surfaces	1 ha sorgho	0.1 ha oignons	Total	0.15 sorgho (HIV)	0.15 coton (HIV)	0,10 oignons (CS)*	0,05 oignons	0,05 décrue	
Temps de travail annuel (en jours)	60	146	206	12	46	67	73	7	205
Dépenses monétaires annuelles (en Fcfa)	5000	30000	35000	7300	9000	33000	15000	3500	67800
Production brute annuelle	600 kg	4 t	-	330 kg	375 kg	3,8 t	2 t	-	-
Valeur de la production	36000 F	120000 F	156000 F	19800 F	37500 F	114000 F	60000 F	15000 F	246300 F
Revenu agricole	31000 F	90000 F	121000 F	12500 F	28500 F	81000 F	45000 F	115000 F	178500 F
Revenu/ jour de travail	516 F	616 F	587 F	1041 F	619 F	1208 F	616 F	1642 F	870 F

\* CS = contre saison.

#### Résultats du périmètre

Il nous reste à déterminer si les redevances suffisent à assurer le fonctionnement et l'entretien du périmètre (en millions de Fcfa):

RECETTES	DÉPENSES (théoriques)	
Redevances dues (40000 F/ ha)	Appui Onaha (forfait encadrement)	1,32
	Frais de déplacement et véhicules	1,25
	Salaires et indemnités (aiguadier, bureau, autorités coutumières)	0,66
	Travaux collectifs (labour), gardiennage pépinières	0,67
	Autres frais	1,00
	Provision pour gros travaux (entretien, fonds de roulement)	5,00
	<b>TOTAL</b>	<b>9,90</b>

S'il suffit de consacrer en moyenne 0,5 % de la valeur des investissements (gros oeuvre) à l'entretien du barrage et 1 % au réseau, la provision pour entretien s'élèvera à 15 M Fcfa, soit trois fois la provision actuelle pour gros travaux. Le coût réel, lui, varie selon les années, et tend à augmenter progressivement. Les frais d'entretien ont été très limités jusqu'à présent - le technicien chargé de l'entretien se plaint car le bureau de la Coopérative lui a refusé de prendre en charge les travaux pourtant

modestes qu'il avait prévus (1,4 M Fcfa prévu, 300000 Fcfa dépensés en fait en 1988). Le périmètre est encore pratiquement "neuf", mais il est très probable que les frais augmenteront. Il faut aussi prévoir des réserves monétaires pour le cas où une crue exceptionnelle endommagerait le barrage.

La consommation d'eau sur le périmètre s'élève à 10200 m<sup>3</sup>/ha en contre saison (soit une efficience globale de 57 %). Le coût de l'eau, facturé aux exploitants, est donc faible (2,2 F/m<sup>3</sup>), d'où le gaspillage. Mais celui-ci n'est pas entièrement inutile, puisque l'eau en excès alimente la nappe phréatique qui est ensuite exploitée manuellement par des puisards traditionnels.

### *Les conséquences du désengagement de l'État*

Si l'on admet que la redevance doit couvrir l'ensemble des coûts d'entretien du périmètre et du barrage, on doit en doubler le montant de 40000 à 80000 Fcfa/ha. Pour le producteur disposant de 0,3 ha sur le périmètre, ceci représente un supplément de charges de (0,3 x 40000) = 12000 Fcfa soit une réduction de 7 % de son revenu. Le revenu journalier moyen passerait de 870 à 811 Fcfa/j. Une telle augmentation des redevances sera certainement mal acceptée par les paysans. Toutefois, les paysans de Giratawa (voir exemple suivant), paient des redevances de 107000 Fcfa/ha par campagne pour des productions beaucoup moins rémunératrices (coton, sorgo, blé) à cause du coût élevé du pompage électrique.

Comme nous l'avons remarqué plus haut, on n'a pas encore trouvé de mécanisme satisfaisant pour la gestion paysanne de fonds de provisions élevés, pas plus que de cogestion par l'État. La meilleure solution actuelle est de faciliter l'accès des groupements au crédit pour les travaux d'entretien et peut-être pour une partie, même symbolique, du coût de l'aménagement. Seul l'État peut imposer une "norme" aux périmètres qui permette l'entretien à long terme des infrastructures. Dans le cas de Galmi, l'État qui perçoit certains revenus, par le biais d'une taxe légère sur les exportations d'oignon (1 F/kg) pourrait compléter les cotisations directes des exploitants.

### **Le périmètre de Giratawa (Niger)**

Dans une zone fertile (la vallée du Goulbi de Maradi), 512 ha ont été aménagés, en 1981, pour l'irrigation. L'eau de la nappe phréatique peu profonde est pompée, grâce à 44 forages équipés de pompes électriques. Les propriétaires de Giratawa ont été expropriés et n'ont reçu qu'une parcelle de 0,32 ha chacun. Ceci a permis d'attribuer des parcelles aux volontaires des villages voisins (1500 attributaires en tout).

Après une période caractérisée par le non-paiement des redevances et la démobilisation de certains producteurs, les mauvais payeurs ont été expulsés et leurs dettes récupérées par la gendarmerie. Et les parcelles irriguées ont été distribuées à la moitié des exploitants. Chaque exploitant reçut 0,62 ha, cette norme semblant mieux correspondre au seuil économique qui permet de se consacrer à la culture irriguée de façon rentable.

### *Les résultats du périmètre*

Voici comment se présentait en 1988 le compte d'exploitation d'un périmètre pour une campagne de saison sèche (en Fcfa par hectare):

Provision pour le renouvellement des pompes et du matériel (50)	3000
Electricité (42 F/kw/h)	78500
Réparations, fournitures	66
Encadrement ONAHA	2800

Salaires et déplacements	7100
Prix de l'eau	7,3 Fcfa/m <sup>3</sup>

(14800 m<sup>3</sup> utilisés par ha en saison sèche, soit une efficience d'irrigation de 46 % seulement).

*(50) La provision demandée aux exploitants ne couvre qu'une partie de l'amortissement réel du matériel, qui a été estimé à 36000 F/ha par N. Ray. (Le coût réel de l'eau est donc plus élevé, aux environs de 9 Fcfa/m<sup>3</sup>).*

#### *Le point de vue d'un agriculteur*

Nous nous sommes basés sur un entretien avec un exploitant qui disposait de 3 ha dans le Goulbi avant l'aménagement. Le cas de cette famille de cinq personnes n'est pas forcément le reflet de la majorité, mais permet de comprendre les changements intervenus.

Les tableaux de la page ci-contre expliquent l'évolution du système de production d'un exploitant du Goulbi de Maradi, avec la mise en place d'un périmètre irrigué par forages.

### **EXEMPLE D'ÉVOLUTION DU SYSTÈME DE PRODUCTION PAR LA MISE EN PLACE D'UN PÉRIMÈTRE IRRIGUÉ PAR FORAGES**

Cas d'un exploitant du Goulbi de Maradi

<b>AVANT LE PÉRIMÈTRE</b>						
PRODUCTIONS	Surfaces en ha	Production en kg	Valeur en Fcfa	Frais net en Fcfa	Revenu net en Fcfa	Jours de travail
PRODUCTIONS	Coton: 1	800	80000	20000	60000	150
PRODUCTIONS	Arachide: 0,3	120	21000	5000	16000	50
PRODUCTIONS	Sorgho 1	600	36000	8000	28000	60
PRODUCTIONS	Mil: 1	600	36000	8000	28000	50
PRODUCTIONS	Maraîchage de décrue 0,1	-	30000	5000	25000	100
TOTAL	3,4	-	203000	46000	157000*	410

La valorisation du travail est de 382 Fcfa/ jour.

\* 1000 kg de céréales autoconsommées + 97000 Fcfa de revenu monétaire.

AVANT LE PÉRIMÈTRE							
PRODUCTIONS	Surfaces en ha	Production en kg	Valeur en Fcfa	Redevance en Fcfa	Frais net en Fcfa	Revenu net en Fcfa	Jours de travail
PRODUCTIONS	Coton: 0,32	800	80000	9300	34500	36200	102
PRODUCTIONS	Sorgho: 0,32	900	54000	5500	34500	14000	28
PRODUCTIONS	Blé : 0,32 (contresaison)	900	99000	10000	40000	49000	60
TOTAL	0,64	-	233000	24800	109000	99200*	190

La valorisation du travail est de 522 Fcfa/ jour.

\* 900 kg de céréales consommées + 45200 Fcfa de revenu monétaire.

Malgré les bons rendements obtenus en irrigué, le revenu monétaire net de cet agriculteur a diminué de moitié. Son temps de travail, du fait d'une réduction très forte de sa surface cultivée (divisée par cinq) a également été réduit. Le revenu d'une journée de travail s'est amélioré. Donc, s'il disposait d'une surface plus vaste, sans que ses rendements chutent (problème des pointes de travail saisonnières), il pourrait améliorer son revenu net.

Pour les paysans de Giratawa, l'irrigation présente des avantages et des inconvénients:

- elle permet d'augmenter les rendements et de sécuriser la production;
- elle amène cependant des dépenses considérables qui se chiffrent à plus de 50 % du produit brut, ce qui est considéré comme un facteur de risque et de dépendance vis-à-vis de l'extérieur. Il faut à tout prix commercialiser plus de la moitié de la production, alors que les débouchés ne sont pas assurés (cas du blé en 1988/89). De toutes façons, une baisse de rendement limitée se traduit par une baisse de revenu accentuée;
- elle entraîne la diminution des revenus de ceux qui ont perdu leurs terres traditionnelles. Par contre, pour ceux qui n'avaient pas beaucoup de terres, elle leur offre l'opportunité d'améliorer leur revenu.

#### Résultats au niveau régional (bassin-versant)

Pérennité du projet: aujourd'hui les forages ont tendance à se colmater (sédiments fins) et la nappe baisse en moyenne de 20 cm/an. Ce qui entraîne une augmentation régulière du coût du pompage et sème un doute sur la pérennité de ce type de projet à moyen terme. Si la recharge naturelle de la nappe par les précipitations et la crue du Goulbi ne suffit pas à compenser les prélèvements de l'irrigation, ce projet semble condamné.

Autres effets du projet: D'après les agriculteurs, le développement des cultures irriguées a favorisé une augmentation du troupeau au niveau du village (abondance des

sous-produits fourragers: pailles, adventices, jachères en saison sèche, produits), mais ce gain n'a pas pu être chiffré à notre connaissance.

Dans le cas des périmètres privés (familiaux ou capitalistes), l'analyse est facilitée car l'irrigant et le périmètre forment une entité homogène. Il est par contre difficile d'obtenir des données précises sur les résultats de ces périmètres. Ils se multiplient dans certaines zones précises où l'on peut penser que leur rentabilité est assurée, sans perdre de vue les aménagements privés qui ont plus un objectif de spéculation foncière que de production.

### **Le périmètre privé rizicole de Rosse (Mauritanie), pompage sur le fleuve**

#### *Caractéristiques du périmètre*

Compte d'exploitation estimatif (sur la base des frais calculés dans les groupements voisins incluant entretien et amortissement du matériel):

• Surface cultivée (riz en semis direct)	35 ha
• Coût approximatif d'aménagement rudimentaire avec bulldozer	150000 Fcfa
• Ce site est exceptionnellement plat (51).	
• Tracteur et pompe achetés avec un prêt de la banque à	8 %
• Main d'oeuvre: pendant le semis/désherbage (2 mois), emploi en moyenne de	20 personnes
• Coût du labour mécanisé	17500 Fcfa/ha
• Coût du pompage (dont 19500 Fcfa pour 150 l de gas-oil)	50500 Fcfa/ha
• Intrants (engrais, semences)	45000 Fcfa/ha
• Coût de la main-d'oeuvre 1,2 mois à 700 Fcfa/mois	42000 Fcfa/ha
• Coût de la récolte (moissonneuse batteuse louée à la récolte à un autre entrepreneur privé)	40000 Fcfa/ha
Total des frais	195000 Fcfa/ha

Produit brut (4 t de riz à 75 Fcfa/kg paddy, prix officiel) 300000 Fcfa

Marge brute: pour couvrir l'intérêt du capital, les frais de gestion et l'entretien du périmètre (52) 105000 Fcfa

(51) Nous avons utilisé le taux de 1 ouguiya = 4 Fcfa en 89.

(52) Sur un groupement d'intérêt économique (GIE) privé de 20 ha parmi les meilleurs du Delta, côté sénégalais, V. Beauval a estimé des coûts similaires: Frais totaux (sauf entretien du périmètre) = 265000 Fcfa - Frais d'entretien = 43000 Fcfa. Avec une production de 5 t (à 85 Fcfa/kg de paddy), soit 425000 Fcfa/ha, le revenu net était de 107000 Fcfa/ha pour le responsable du GIE.

La partie du périmètre cultivée en maraîchage et patates douces en contre saison donne un revenu très difficile à estimer à cause des variations de rendements et de

prix. Ici, les coûts de pompage sont proches de ceux des périmètres irrigués de Matam (voir p 152). La valeur de la production est du même niveau et les rendements de paddy identiques.

Par contre, les grandes parcelles, avec recours à la mécanisation pour le labour et la récolte réduisent substantiellement le besoin en main d'oeuvre, et permettent d'augmenter le revenu net du travail.

#### *Le point de vue national*

Ce type d'exploitation privée a l'avantage de ne pas mobiliser les subventions de l'État; par contre, il contribue à renforcer les inégalités sociales. Si les grandes exploitations privées mécanisées se développent et monopolisent la majorité des terres facilement irrigables, le développement d'une irrigation familiale ou communautaire risque d'être totalement compromis. Elles emploient d'ailleurs peu de main-d'oeuvre.

Il est plus rare d'en analyser l'effet sur la balance nationale des paiements. Valentin Beauval souligne à juste titre que ce type d'exploitation augmente les importations de machines et d'intrants, et que pour chaque kg de riz produit, le pays importe l'équivalent de 60 Fcfa en matériel étranger (machines, engrains et herbicides, carburant...). Cette somme correspond au coût d'importation d'un kilo de brisures de riz à Dakar! La généralisation de ce modèle signifierait, en fin de compte, que les consommateurs sénégalais paieraient, par le biais d'un prix élevé du riz, l'enrichissement d'une minorité d'entrepreneurs mécanisés, d'importateurs et de fournisseurs de services modernes.

#### **Un périmètre privé fruitier-maraîcher des environs de Bamako au Mali**

##### *Caractéristiques du périmètre*

- 2,5 ha de propriété familiale exploité depuis 1965 au bord du fleuve Niger. Elle emploie quatre travailleurs permanents.
- Cultures actuelles: 1,5 ha bananes, 0,5 ha maïs/riz (en zone inondable) et maraîchage, 0,5 ha maraîchage (2 récoltes par an) patates ou maïs intercultivés en fruitiers, y compris 0,25 ha de haricots verts sous contrat.
- Ce périmètre en est à sa 4<sup>ème</sup> pompe depuis 1975, durée de vie moyenne: 3 1/2 ans. La première faisait 3 ch (essence), la plus récente est une pompe diesel de 15 ch, elle a coûté 1,8 M Fcfa, achetée à crédit en 1986.
- La commercialisation se fait en grande partie sur place (vente à la planche avant récolte) ce qui limite les problèmes de transport et d'invendus. Les bananes sont commercialisées en gros, sur le carreau de la coopérative fruitière *Coprofruit* située au centre de Bamako.

##### *Les résultats*

Compte d'exploitation estimatif d'un périmètre privé (fruits et maraîchage) à coté de Bamako (superficie = 2,5 ha):

CHARGES en Fcfa	RECETTES (très approximatives)

Amortissement de la pompe (5 ans) (53) et intérêts (remboursement du crédit)	400000	Bananes (vente en gros): 24 t x 90 F/kg	2160000
		Haricots verts:	
Entretien 5 %	90000	2 t x 220 F/kg	440000
Gas-oil: 600 l/an	132000	Maïs vendu en frais:	
		1,5 t x 100 F/kg	150000
Coût total irrigation sur environ 25000 m	622000	Riz: 1 t x 80 F/kg	80000
Main-d'oeuvre permanente salariée: mois: 12000 Fcfa/mois x 4 x 12	576000	Autres productions maraîchères: 50 ares x 10000 F/are	500000
Main-d'oeuvre temporaire: 300 j x 800 F	240000		
Intrants (2 t engrais)	440000		
+ semences, pesticides	100000		
+ ordures ménagères, 35 bennes à 2000 F	70000		
TOTAL	2048000	TOTAL	3330000
Revenu agricole: 1282000 Fcfa/an			

(53) La pompe semble surdimensionnée tant pour sa puissance par rapport aux surfaces cultivées que L'utilisation qui en est faite (un jour sur cinq au maximum et souvent au ralenti). L'exploitant a pensé qu'il était plus économique d'acheter une diesel "robuste" qu'une pompe plus petite de moins bonne qualité.

Le coût de l'irrigation semble très élevé dans ce cas (250000 Fcfa/ha), et cela à cause du surdimensionnement de la pompe qui entraîne charges d'amortissement élevées.

Etant donné le caractère très intensif de la production, justifié par la rareté des terres disponibles aux alentours de Bamako, le coût d'irrigation ne représente en fait qu'un tiers environ des frais de culture. Le coût des intrants est en effet élevé et le recours à la main d'œuvre conséquent.

On comprend mieux, dans ce contexte, que l'agriculteur ait préféré acheter une pompe plus grosse mais aussi plus solide, plutôt que risquer des pannes d'arrosage lorsque ses bananiers et ses légumes sont en pleine production. Lorsqu'il aura remboursé son emprunt, après cinq ans, il disposera d'une pompe amortie en mesure de fonctionner dix ans de plus, sans frais majeurs.

#### **Les producteurs d'oignons de Galmi et de Mogtedo: comparaison entre l'exhaure manuelle et les petites motopompes à essence**

Dans plusieurs zones d'Afrique de l'Ouest, il existe une spécialisation maraîchère à partir de l'exploitation des nappes phréatiques peu profondes. Il en découle une prolifération des petites pompes à essence, utilisées pour des surfaces limitées consacrées à des productions à forte valeur ajoutée.

A plus de 1000 km de distance, il est frappant de voir que l'utilisation de ces petites pompes s'est développée simultanément pour la production d'oignons aux alentours de Galmi au Niger (zone de production traditionnelle à partir de la nappe phréatique naturelle), et à Mogtedo au Burkina Faso (pour une production plus récente autour de la retenue créée par le barrage construit dans les années 50).

#### *Irrigation à partir de puits*

Voyons les résultats comparés de deux producteurs d'oignon de la vallée de la Tarka (Madaoua-Niger) tels qu'ils ont été étudiés par W.R. Norman. Voir le tableau suivant. (Il est intéressant de noter que M. Norman a estimé l'efficience de l'irrigation à 85 % dans les deux cas, compte tenu des besoins de lessivage dus au sel.)

#### **IRRIGATION À PARTIR DE PUISARDS OU PUITS MARAÎCHERS (l'eau est à 2-3 m de profondeur)**

	Parcelle arrosée à la calebasse	Parcelle arrosée avec une petite motopompe
Surface	0,64 ha	0,94 ha
Débit obtenu	1,8 m <sup>3</sup> /h (0.5 l/s)	5 m <sup>3</sup> /h (1,4l/s) fonctionne au ralenti
Nombre d'heures de travail consacrées à l'arrosage (54)	6480 heures/ha	1170 heures/ha
Production	20,8 t (32,5 t/ha)	35 t (37 t/ha)
Durée de la culture	110 j	116 j

(54) *Le temps de fonctionnement effectif des pompes ou la durée d'arrosage par calebasses est inférieur car on a ici inclus le temps passé à la distribution de l'eau, l'entretien des réseaux, etc.*

Les coûts de production moyens de la région permettent d'établir les budgets estimatifs suivants, en Fcfa.

Parcelle arrosée à la main (0.64 ha):

- Frais pour l'achat d'intrants (semences surtout) 151000
- Travail agricole: 455 j de travail (coût moyen 650 F/j) 295750
  
- Travail de pompage 4147 h (100 F/heure) 415000  
soit environ 520 jours

Coût total	861750
• Production totale: 20,8 t x 37 F/kg	769600

- "Profit" (au sens classique) - 92150

### **Revenu du travail**

$$\begin{aligned} 618600 \text{ F/ 975 jours} &= \\ (769000 - 151000)/ (455 + 520 \text{ j}) &= \end{aligned}$$

**634 F/j**

Une telle exploitation qui emploierait exclusivement des travailleurs salariés ne serait pas rentable, du moins au prix de la main-d'œuvre que nous avons retenu, mais qui est peut-être surestimé. Le "coût de l'eau" peut être évalué à 55 Fcfa/m<sup>3</sup>, une personne travaillant au chadouf (55) extrait 1,8 m<sup>3</sup> à l'heure. En revanche, cette exploitation valorise raisonnablement la main-d'œuvre familiale. Chaque famille peut cultiver une parcelle de surface proportionnelle à sa capacité de main-d'œuvre. Un adulte peut s'occuper de 0,1 ha environ dans cette région. Le risque monétaire est alors faible car les investissements monétaires ne représentent que 20 % du produit brut (151000/769600 Fcfa).

(55) *Chadouf: appareil à bascule servant à tirer l'eau d'un puits.*

### *Irrigation utilisant une motopompe*

- Coût estimatif du pompage avec une petite pompe à essence

Caractéristiques techniques:

Coût d'une petite pompe essence de 3,5 ch (Niger).	135000 Fcfa
Durée de vie estimée (amortissement 34 Fcfa/h)	4000 h
Débit moyen: 3,5 l/s soit	12,6 m/h
Consommation	0,421 essence/h

Durée d'utilisation: 1 ha d'oignons demande 11000 m<sup>3</sup> d'eau soit 880 h/an

- Coût estimatif du pompage pour une petite motopompe de 3,5 ch au Niger par ha et en Fcfa

Coût annuel pour 1 ha:

Amortissement: 880 x 34 Fcfa	29920
Entretien: 10 %/an	13500
Huile: 0,011 x 880 x 750 Fcfa/l	6600
Essence: 0,421 x 880 h x 250 Fcfa/l	92400

Total coût monétaire 142420

Main-d'oeuvre pour entretien et fonctionnement de la pompe: 1,5 h/j x 110 j x 100 Fcfa 16500

**Coût total/ha/an** 158920

Coût du m<sup>3</sup> pompé 158920 Fcfa: 11000 m 14,4 Fcfa/m<sup>3</sup>

Si la pompe est utilisée au ralenti à un débit de 4,5 m<sup>3</sup>/h, sa durée de vie est prolongée de 2000 heures (6000 h au lieu de 4000) et sa consommation de carburant baisse de 0,19 l/h. A l'inverse, une pompe diesel risque de s'user plus rapidement lorsqu'elle est utilisée au ralenti.

- Coût estimatif du pompage pour une motopompe fonctionnant au ralenti (par ha et par an en Fcfa)

Le coût de pompage s'établit alors ainsi pour 1 ha, 11000 m<sup>3</sup> pompés en 2450 h de pompage:

Amortissement: (2450: 6000) x 135000 55125

Entretien: 20 % par an 27000

Huile: 241 à 750 Fcfa 18000

Essence: 0,191 x 2450 h x 250 Fcfa/l 116375

Total coût monétaire 216500

Main-d'oeuvre pour entretien et fonctionnement:

310 j x 1,5 h/j x 100 Fcfa 46500

Coût total/ha/an 263000

Coût du m<sup>3</sup> pompé

(263000 Fcfa: 11000 m) 23,9 Fcfa

En bref, faire tourner les pompes au ralenti se traduit par des coûts de pompage plus élevés, même en tenant compte de la baisse de consommation de carburants et lubrifiants. La pratique paysanne observée est justifiée par le souci d'éviter de tarir les puits et puisards exploités trop intensivement, ce qui oblige à des séries de marche/arrêt fréquentes.

Au Niger, les producteurs préfèrent limiter le débit pour faciliter la répartition de l'eau entre les petites planches et les bilions (56).

(56) Il n'y a pratiquement pas de petites motopompes qui fourniraient, en régime normal, les faibles débits ( $I \leq 10 \text{ l/s}$ ) que les paysans ont l'habitude d'utiliser en maraîchage irrigué. Les petites motopompes à deux temps s'en rapprochent cependant.

- Estimation de la rentabilité de la journée de travail pour un pompage avec une motopompe fonctionnant au ralenti

Considérons le compte d'exploitation de l'agriculteur (à l'hectare) en Fcfa:

Coût des intrants	236000
Coût monétaire du pompage	216000
Coût de main-d'oeuvre: 711 j de culture + 58 j pour fonctionnement de la pompe = 769 jours	509000
Coût total	961000
Produit brut	1201000
<b>Profit</b>	<b>240000</b>
Valorisation de la journée de travail: (1201000 - 452000)	974 Fcfa/jour

769 j

L'utilisation d'une petite pompe (fonctionnant au ralenti et sur des surfaces limitées) permet donc d'améliorer notablement la productivité du travail et donc de dégager un profit pour le propriétaire de la pompe, en diminuant nettement le coût de l'eau. Dans l'exemple cité, le temps passé au pompage manuel (6500 h/ha) semble élevé. On admet cependant qu'avec des débits de l'ordre de 1,5 à 2 m<sup>3</sup>/h il faut 5500 à 7500 h de travail/ha; ceci représente bien des coûts de pompage manuel de l'ordre de 50 à 66 F/m<sup>3</sup>.

## Synthèse des cas étudiés et conclusions

### Tableau synthétique

Voici les résultats des différents types de périmètres irrigués en Afrique de l'Ouest obtenus en reprenant, dans un tableau (pages suivantes), les cas étudiés. Ces chiffres ne sont pas des moyennes représentatives, puisque le montant des investissements dépend du site (barrages, canaux, digues de protection en particulier). Ils donnent néanmoins une idée du bien-fondé économique de tel ou tel aménagement, en fonction des productions pratiquées et de leur prix local, qui dépend largement des marchés et politiques de prix nationales.

Les neuf premières colonnes concernent le coût de l'irrigation proprement dite, c'est-à-dire les frais d'entretien et d'amortissement des infrastructures, les frais de fonctionnement (pompage ou personnel salarié pour le service de l'eau) et le temps de travail que chaque irrigant doit consacrer à l'irrigation. Nous avons hésité à indiquer le coût du crédit (pour investissement et frais de campagne), qui apparaît normalement dans les calculs économiques. En effet, ce coût est bien réel pour les producteurs qui achètent des motopompes à crédit, mais il est théorique lorsque de grands aménagements (barrages) sont réalisés sur "dons" étrangers. Finalement,

nous l'avons présenté quand même, en indiquant quand il n'est pas pris en compte dans les calculs ultérieurs.

Les trois colonnes suivantes indiquent comment a été estimé le revenu brut. La production est valorisée au coût du marché, qu'elle soit vendue ou auto-consommée. Les colonnes 13 et 14 indiquent les charges de culture monétaires (engrais, semences, frais de mécanisation, etc.), puis en nature (travail paysan). Les deux colonnes suivantes présentent la part totale des charges monétaires (irrigation et frais de culture) dans le revenu brut. Ce chiffre est important car il permet d'estimer le risque de réduction du revenu net si les rendements ou les prix chutent. Les quatre dernières colonnes calculent le revenu effectif par jour de travail, compte tenu ou non des subventions directes ou déguisées pratiquées par l'organisme d'encadrement sur le périmètre (en général, à cause du non-paiement des amortissements ou des frais d'entretien par les irrigants).

#### A. COMPARAISON DES COUTS DE L'IRRIGATION ET DES REVENUS DU TRAVAIL AGRICOLE SUR DIFFÉRENTS TYPES DE PÉRIMÈTRES IRRIGUÉS EN ZONE SOUDANO-SAHÉLIENNE

		Coûts d'irrigation (par hectare en Fcfa)				Coûts d'irrigation (par hectare en Fcfa)						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Lieu	Système	Investissement monétaire	Entretien annuel/amortissement	Coût crédit 7 à 10 %/an	Coût monétaire, fonctionnement/ha	Temps pompage/irrigation entretien	Coût monétaire irrigation 2 + 3 + 4	Coût total irrigation 2 + 3 + 4 + 5				
Galmi (Niger)	chadouf (3 m) 1 m/h	40000 F	10000 F	4000 F	-	1000 j (500000 F)	14000 F	514000 F	11000	46 F		
Galmi	petite moto-pompe 12 m/h	135000 F	50000 F	25000 F	92000 F	45 j (23000 F)	167000 F	190000 F	12000	16 F		
Galmi (barrage)	barrage	10000000 F	60000 F	(700000 F) non pris en compte	20000 F	50 j (25000)	80000 F	105000 F	5000	7 F		
PIV Matam (Sénégal)	pompe diesel 250 m <sup>3</sup> /h (10 m)	630000 F	80000 F	30000 F	19000 F	50 j (25500 F)	129000 F	154000 F	8000	19 F		
Giratawa (Niger)	pompes électriques (10 m)	4600000 F	120000 F	50000 F	92000 F	20 j (20000 F)	262000 F	272000 F	15500	18 F		
Louma (5 ha) Pompes profondes	pompe diesel	2800000 F	138000 F	131000 F	52000 F	1400 (1) (700000 F)	321000 F	1021000 F	2400 (2)	425 F		

(Gersar)											
Rosso, expl. Privée (Mauritanie)	pompe + mécanisme	650000 F	70000 F	35000 F	15000 F	30 j (5000 F)	120000 F	135000 F	12000?	11 F	
Casiers contrôle de crue, Gao (3)	digues + bâtardeaux	500000 F	10000 F	(35000 F) non pris en compte	-	10 j (5000 F)	10000 F	15000 F	-	-	
Aménagement bas fonds (3)	digues filtrantes	400000 F (4)	15000 F	10000 F	-	20 j (10000 F)	25000 F	35000 F	-	-	
Anti-érosifs (3)	cordon pierreux	40000 F (5)	2000 F	-	-	10 j (6000 F)	2000 F	7000 F	-	-	
Délou (à 10 m)	(2 m <sup>3</sup> /h)	250000 F	13000 F	7000 F	35000 F (grain)	1000j (500000 F)	55000 F	555000 F	12000	46 F	

**B. COMPARAISON DES COUTS DE L'IRRIGATION ET DES REVENUS DU TRAVAIL AGRICOLE SUR DIFFÉRENTS TYPES DE PÉRIMÈTRES  
IRRIGUÉS EN ZONE SOUDANO-SAHÉLIENNE**

	Production et revenu brut (par ha en Fcfa)			Charges de culture (par ha en Fcfa)				Revenu (par hectare en Fcfa)				
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Lieu	Nature	Rendement	Revenu brut (hors irrigat.)	Charges de monétaires	Charges de travail pour la culture	Charges monétaires totales (6 + 13)	% R.B. (15/12)	Revenu net réel (12 - 15)	Revenu/jour W total 17/ (14 + 5)	Subvention extérieure monétaire	Charges monétaires payées (15 - 19)	Revenu après subvention/W (18 + 19)
Galmi, Niger	oignons	32 t/ha	1200000	236000 F	710 j	250000 F	21 %	950000 F	560 F	nulle = 0	250000 F	560 F
Galmi, Niger	oignons	32 t x 37 F/kg	F/ha	236000 F	710 j	403000 F	34 %	797000 F	1055 F	nulle 0	403000 F	1055 F
Galmi, Niger	sorgho	2,2 t										
	oignon	38 t	571000 F/ha	113500 F	410 j	198500 F	35 %	372500 F	809 F	40000 F (20 %)	148500 F	897 F
	coton	2,5 t										
PIV Matam (Sénégal)	paddy	4,6 t/ha x 85 F	390000 F/ha	27000 F	220 j	156000 F	40 %	234000 F	865 F	110000 F (70 %)	46000 F	1274 F

Giratawa (Niger)	coton	2 t coton	522000 F/ha	73000 F	430 j	335000 F	64%	187000 F	415 F	82000 F (30 %)	180000 F	597 F
	sorgho	2 t sorgho										
	maraîchage											
Louma Pompes profondes, Gersar	maraîchage, -											
	pommes de terre		2140000 F/ha	132000 F	700 j	453000 F	21%	1687000 F	803 F	252000 F (55 %)	201000 F	923 F
Rosso (Mauritanie)	paddy	4,5 t x 75 F	338000 F	105000 F inclus labour	40 j	225000 F	67 %	113000 F	1614 F	nulle 0	225000 F	1614 F
Casiers de contrôle de crue, GAO (3)	riz flottant	+ 0,3 t x 100 F (3)	+ 30000 F	0	+ 10 j	15000 F	33 %	15000 F	750 F	10000 F (100 %)	0	1250 F
Aménagement bas-fonds (3)	sorgho	+ 0,8 t x 50 F (3)	+ 40000 F	0	+ 10 j	25000 F	62 %	15000 F	10 kg sorgho	10000 F (40 %)	15000 F	830 F
Anti-érosifs (3)	sorgho	+ 0,2 t	+ 10000 F	2500 F	+ 5 j	4500 F	45 %	5500 F	366 F	2500 F (100 %)	0	530 F
Délou (à 10 m)	maraîchage	?	1200000 F	236000 F	710 j	291000 F	24 %	909000 F	530 F	nulle = 0	0	530 F

Notes: (tableau pages précédentes)

(1) Ce chiffre élevé de seuil est dû à un arrosage manuel sur des microparcelles (de l'ordre de 2h/j pour 180 m).

(2) Arrosage pendant trois mois seulement en contre-saison.

(3) Ces cas sont basés sur des estimations tirées d'études et non des cas précis comme les précédents.

(4) Dont 150000 F de location de camions plus 500 jours de travail villageois. (5) Dont 10000 F de location de charrettes plus 60 jours de travail.

## Conclusions

Le coût de l'eau

En incluant frais d'amortissement et intérêts du capital, il varie considérablement selon le type de périmètre (de 11 Fcfa/m<sup>3</sup> à Rosso, à 425 Fcfa/m<sup>3</sup> à Louma). Dans le cas d'irrigation par pompage, ce coût croît très rapidement selon la profondeur de pompage. L'énergie requise (en carburant, électricité ou énergie animale ou humaine), mais aussi la puissance de la pompe nécessaire pour irriguer une surface donnée, augmentent proportionnellement à la profondeur. Et même plus vite, car les pompes profondes sur forage ont un rendement énergétique plus faible que les pompes de surface, du fait des pertes de transmission (57).

*(57) Occasionnées par les frottements et déformations de l'arbre sur les paliers, dans le cas des pompes à axe vertical, ou par le faible rendement de la conversion énergie thermique-énergie électrique-pompe électrique, dans le cas des pompes électriques immergées.*

Comme le coût des stations de pompage et leur amortissement, leurs frais d'entretien et les frais financiers correspondants augmentent proportionnellement à leur puissance, le total des frais de pompage augmente en fonction de la hauteur de pompage. Par ailleurs et contrairement à une idée répandue, l'irrigation par petites motopompes individuelles à essence ne revient pas beaucoup plus cher que l'irrigation par groupe motopompe diesel plus puissants. Les coûts de fonctionnement plus élevés sont compensés par des coûts d'investissement plus faibles.

Nous avons donné, à titre de comparaison certains coûts de pompage utilisant l'énergie animale (Delou: c'est une outre tirée par un âne ou un boeuf dans un puits) ou l'énergie humaine (chadouf). Les coûts de pompage sont alors assez élevés, car ces systèmes prennent beaucoup de temps. Par contre, les investissements sont très faibles et les coûts de fonctionnement monétaires très bas. Ils sont donc intéressants pour les petits paysans, disposant d'un surplus de main-d'oeuvre familiale.

L'irrigation gravitaire à partir de petits barrages présente l'avantage de fournir de l'eau, sans frais de pompage et sans entretien de matériel coûteux. Par contre, l'investissement qu'exige la construction du barrage, du canal d'aménée et des digues de protection parfois nécessaires, est très élevé si on le calcule au coût de l'hectare irrigable. C'est un phénomène bien connu des ingénieurs de travaux publics; le coût du m<sup>3</sup> d'eau stocké a tendance à augmenter lorsque la taille du barrage diminue. Par ailleurs, les sites potentiels en Afrique sahélienne se prêtent mal à la construction de barrages (relief peu prononcé, absence de vallées profondes débouchant sur des plaines facilement irrigables).

En conséquence, les coûts des provisions pour entretien de ces aménagements sont élevés (même en les estimant à 0,5 % du coût initial, ce qui est peu compte tenu des risques de rupture lors de crue exceptionnelle). Si les paysans devaient payer en plus les coûts financiers (intérêts du capital immobilisé), le coût de l'irrigation sous barrage serait plus élevé que celui de l'irrigation par pompage. Dans la pratique, on ne demande jamais aux paysans de supporter ces frais qui sont subventionnés par l'État ou par les bailleurs de fonds. Comme le gros entretien est souvent assuré par l'État, l'eau revient finalement peu cher aux paysans, qui bénéficient ainsi d'une rente de situation, par rapport à leurs collègues obligés de payer des frais réels de pompage.

A titre de comparaison, nous avons également étudié des systèmes de maîtrise partielle de l'eau: casiers de contrôle de crue, aménagements des bas-fonds et cordons pierreux anti-érosifs. Les coûts d'investissement à l'hectare sont du même ordre que ceux des périmètres irrigués ou de la petite irrigation, mais leurs coûts de fonctionnement et d'entretien sont nettement moindres. L'essentiel des coûts d'entretien peut être couvert par le travail des exploitants, ce qui évite le recours à des redevances monétaires. La notion de coût de l'eau n'a évidemment pas beaucoup de sens dans de tels systèmes où les volumes retenus sont variables et difficiles à estimer.

#### *La production et le revenu des exploitants*

La deuxième partie du tableau fait apparaître le compte d'exploitation théorique des irrigants. En retranchant du revenu brut (production à son coût de marché estimé) les frais d'irrigation et les frais de culture (y compris mécanisation), on obtient le revenu net des exploitants qui doit rémunérer leur travail et celui de leur famille (en

nature ou en argent). En divisant ce revenu net par le temps de travail consacré aux cultures irriguées, on dispose d'une évaluation de la productivité du travail dans le système irrigué.

- Pour le revenu brut, on distingue trois types de productions: les revenus les plus faibles à l'hectare sont obtenus sur les aménagements en maîtrise partielle de l'eau. On n'a considéré, dans ce cas, que l'augmentation de production et de travail par rapport à la situation antérieure à l'aménagement. Les périmètres rizicoles amènent des revenus compris entre 300 et 400000 Fcfa/ha en simple culture, pour des temps de travail variant de 200 j/ha pour le riz repiqué manuellement à 40 j/ha pour la culture mécanisée. Les périmètres maraîchers, enfin, fournissent des revenus nettement supérieurs, de l'ordre de 1 à 2 millions de Fcfa/ha selon les débouchés.

Les revenus les plus élevés sont obtenus à proximité des grandes villes, là où la commercialisation en frais est possible. Contrairement aux précédents, l'extension de tels périmètres est limitée par la taille du marché existant. Les temps de travaux y sont nettement plus importants, de 700 à 1000 j/ha.

- Les charges monétaires d'irrigation et de culture (en excluant les besoins en travail pour l'entretien, l'irrigation, etc) sont beaucoup plus élevées dans les périmètres irrigués (de 150 à 450000 Fcfa/ha) que dans les systèmes de maîtrise partielle de l'eau (3000 à 25000 F/ha). Cette observation confirme donc que le passage à l'irrigation va toujours de pair avec une "monétarisation" importante des exploitations agricoles.
- La part des frais monétaires (charges réelles par rapport à la production brute) varie de 20 à 67 %. Après déduction des subventions accordées par l'État, la part effectivement payée par les paysans se situe entre 0 % et 48 % (Giratawa). Seule exception, celle des périmètres privés de Rosso où le pourcentage élevé (67 %) correspond à un niveau élevé de mécanisation, avec une logique totalement différente du propriétaire non paysan. Ceci contredit l'affirmation "au-delà de 30 % de charges, les paysans africains se découragent".

Il est certain qu'un pourcentage de charges élevé est un facteur négatif pour les paysans. D'une part parce qu'il suppose une épargne monétaire inhabituelle dans la gestion des biens familiaux (sauf si les charges sont prélevées en nature lors de la récolte), et surtout parce que ce pourcentage signifie, pour eux, un risque accru. La moindre baisse de production se traduit en effet aussitôt par une chute importante de revenus si les charges monétaires incompressibles sont élevées. En cas de panne ou d'accident climatique, le revenu devient même négatif. Cependant, si le système de production et de commercialisation a pu démontrer sa fiabilité et si le revenu net du travail reste suffisamment élevé, les paysans peuvent accepter des niveaux de charges élevés.

- Les revenus du travail sont remarquablement homogènes, compte tenu des variations de niveau de charges et des volumes de produit. Ils s'échelonnent entre 500 et 1055 Fcfa par jour de travail agricole (530 à 1270 Fcfa après subvention), dans les périmètres paysans. Le niveau plus élevé de revenus observé sur les exploitations privées de Rosso confirme leur caractère capitaliste et constitue la contrepartie des risques pris par ces entrepreneurs. Pour les exploitations à orientation vivrière, ces revenus représentent l'équivalent de 5 à 10 kg de céréales par jour de travail (7 à 15 kg après subvention).

Ces chiffres sont faibles en comparaison des rendements habituels obtenus en cultures pluviales ou de décrue traditionnelles (de l'ordre de 10 kg/j en mil pluvial extensif, 20 kg par jour en sorgho de décrue) et compte tenu des contraintes de l'irrigation. Cela ne signifie pas pour autant que l'irrigation n'a pas d'intérêt pour le paysan sahélien (car les cultures pluviales ne peuvent être pratiquées que sur une période limitée), mais explique par contre la priorité donnée à ces cultures pluviales pour l'affectation de la main-d'œuvre familiale.

Par contre, lorsque les sources de revenus non agricoles sont limitées et que le système de culture traditionnel n'assure plus l'auto-suffisance alimentaire (cas fréquent en zone sahélienne), l'irrigation peut constituer une alternative pour la survie de la famille. Certes la contrainte est dure à accepter: plus de

travail, sur une plus longue période, dans un système laissant peu de latitude mais économiquement justifié. Si une famille de dix personnes mobilise quatre actifs pendant cent jours (homme et femmes) pour une culture de riz supplémentaire, elle peut obtenir une production nette de 2000 à 4000 kg de paddy. Celle-ci est suffisante pour assurer la base céréalière de l'alimentation familiale; en effet, les besoins sont de 250 kg/personne et par an, donc de 2500 kg pour la famille.

#### *Les limites économiques du développement de l'irrigation*

##### **- La riziculture:**

Du point de vue des paysans et sur le plan strictement économique, l'irrigation du riz en maîtrise par pompage (ou sous barrage si les aménagements sont subventionnés) n'est justifiée que dans les zones en état de crise vivrière aiguë. Dans les zones auto-suffisantes, ou lorsque le développement des cultures pluviales est possible, c'est beaucoup moins évident.

##### **- Le maraîchage:**

Lorsque le maraîchage est réalisable à grande échelle (existence d'un marché régulier), il est possible de concevoir des systèmes d'irrigation plus coûteux, car la marge nette reste élevée. Il s'agit malheureusement de cas limités à des zones précises, d'extension possible réduite. Dès qu'on s'éloigne de ces zones, le risque commercial augmente.

##### **- Les productions alternatives et la diversification:**

Nous avons peu parlé des cultures céréaliers ou commerciales autres que le riz. L'expérience de Giratawa et des périphéries irriguées de Bakel montre que les autres cultures céréaliers (sorgho, maïs), du fait de rendements et de prix plus bas ne compensant pas les besoins en eau moindres (même en cas d'irrigation "d'appoint"), amènent des revenus nets plus faibles encore que ceux du riz. Le coton et le blé cultivés à Giratawa, ne semblent pas non plus constituer des alternatives très intéressantes. Le coton, parce que son prix est très bas ces dernières années, le blé, car son marché n'est pas assuré à cause de la concurrence des importations à bas prix.

Par contre, les tubercules cultivés traditionnellement sous irrigation au Niger (manioc, taro, ignames), facilement transportables, intéressent le marché de Niamey. Ils présentent un bon rapport produit brut/quantité d'eau consommée, et constituent une filière qui mérite d'être étudiée plus en détail, mais qui a été négligée jusqu'à présent par les instituts techniques (58).

(58) *On ne peut que déplorer l'absence d'information sur les possibilités de diversification réelles des cultures irriguées. Ici ou là, on observe des expériences originales, à la réussite parfois spectaculaire, mais souvent éphémère ou limitée dans l'espace: développement des cultures bananières dans la région de Kayes, production d'arachide de bouche irriguée par des exploitants privés, etc. Le recensement systématique de ces initiatives, et la compilation des résultats des centres de recherches sur l'irrigation de la région restent à faire.*

### **Les autres formes de maîtrise de l'eau**

Très souvent, les techniciens comme les villageois, ont tendance à reproduire ce qu'ils ont vu chez le voisin plutôt que de chercher de nouvelles solutions. Si un premier

aménagement de périmètre irrigué suscite une certaine méfiance, après quelques années, il déclenche un fort désir de la part des villageois environnants qui veulent tous avoir "le même".

Ce mécanisme est en soi tout à fait normal et habituel dans les processus de diffusion des innovations techniques. Par contre, il a l'inconvénient de répandre un modèle standard qui laisse peu de chances pour mettre au point d'autres solutions techniques, peut-être plus adaptées. En effet, certains sites se prêtent à l'aménagement de mares temporaires qui permettent d'améliorer à moindre coût les cultures de décrue existantes. Dans d'autres cas, des dispositifs anti-érosifs peuvent améliorer la production pluviale de sols riches mais surexploités...

Les paysans ont également accès à des techniques simples permettant une meilleure maîtrise de l'eau. Ces possibilités, décrites ici succinctement, ne sauraient constituer une information technique suffisante pour se lancer dans des réalisations sur le terrain. Ces quelques éléments visent seulement à donner un aperçu sur les autres méthodes d'amélioration de la gestion de l'eau, en dehors de l'irrigation proprement dite.

Des techniques permettant de lutter contre la sécheresse et d'améliorer l'utilisation des ressources hydriques disponibles sont envisageables au niveau de la parcelle (techniques culturelles adaptées, associations de cultures), au niveau d'un petit bassin versant (techniques anti-érosives et d'aménagements de bas-fonds), mais également au niveau des fleuves et rivières (contrôle des crues et submersion contrôlée).

### **L'irrigation n'est pas la seule méthode de maîtrise de l'eau**

Ainsi que vous avez pu le constater dans les chapitres précédents, les projets de petite irrigation en Afrique soudano-sahélienne ne sont pas toujours des succès. Les causes en sont diverses:

- l'incompatibilité entre les formes d'organisation nouvelles exigées par l'irrigation et les structures juridiques et sociales en place (mauvaise organisation des périmètres et conflits fonciers);
- la non-rentabilité des productions prévues (le coût réel de l'eau étant égal ou supérieur à la valeur des productions commercialisables);
- la mauvaise intégration des cultures irriguées dans le système de production paysan.

Faut-il pour autant en conclure qu'il n'y a aucun espoir de développement agricole dans les zones les plus sèches lorsque ces conditions ne sont pas réunies? Non, car il existe de nombreuses techniques traditionnelles ou améliorées de maîtrise de l'eau en dehors de l'irrigation proprement dite.

Nous employons à dessein ce terme de "maîtrise de l'eau" généralement réservé aux grands aménagements hydro-agricoles car il n'y a pas lieu de tracer une frontière artificielle entre les périmètres irrigués par pompage quelquefois appelés "en maîtrise totale de l'eau" et les techniques beaucoup plus simples mises au point par les paysans, même si ces aménagements traditionnels de bas-fonds apparaissent plus aléatoires au technicien (car il faut bien qu'il pleuve pour que l'eau s'accumule dans les bas-fonds). En réalité, les techniques traditionnelles sont plus sûres du point de vue des paysans, et elles garantissent une production plus régulière que bien des grands aménagements théoriquement plus fiables. Ils sont dans la pratique souvent à la merci de "pannes" dues au manque d'entretien ou à la mauvaise gestion de l'irrigation et ils demandent des frais de fonctionnement élevés.

### **Des techniques complémentaires et non opposées**

Il faut également rappeler que l'irrigation, même maîtrisée, ne peut à elle seule résoudre les problèmes vivriers de l'Afrique Sahélienne. Les sites facilement aménageables sont concentrés sur des régions précises, et ne couvrent qu'une surface limitée (59).

(59) *D'après le CILSS, 25% des surfaces totales potentiellement irrigables ont été effectivement irriguées en 1989. Ce taux atteint 26% au Sénégal et 29% au Niger.*

Il serait aberrant, au niveau régional ou national, d'abandonner les cultures pluviales. Cela équivaudrait à se résigner à voir l'érosion progresser et les meilleures terres cultivables disparaître. Le cycle de l'eau en serait perturbé et les ressources hydrauliques exploitables se réduiraient à terme.

A l'inverse, lorsqu'elle est possible, l'irrigation permet de limiter la pression des agriculteurs sur les terres pluviales surexploitées. Elle peut donc jouer un rôle dans l'amélioration de la gestion du terroir.

C'est pourquoi il ne faut pas opposer systématiquement l'irrigation "technique dure" aux autres méthodes de maîtrise de l'eau "techniques douces". L'important est qu'à tous les stades de la préparation et du suivi des programmes, on se rappelle que l'irrigation n'est qu'une des techniques agricoles possibles pour le développement de la production, la lutte contre les aléas et la préservation du milieu (capital écologique). En d'autres termes, il est préférable de ne plus lancer de programmes d'irrigation, mais plutôt des programmes d'appui à la production paysanne dont l'irrigation est une composante.

## **Différentes techniques de maîtrise de l'eau**

Nous décrirons rapidement ci-dessous quelques-unes des autres techniques disponibles, généralement moins spectaculaires mais souvent plus efficaces que l'irrigation. (60)

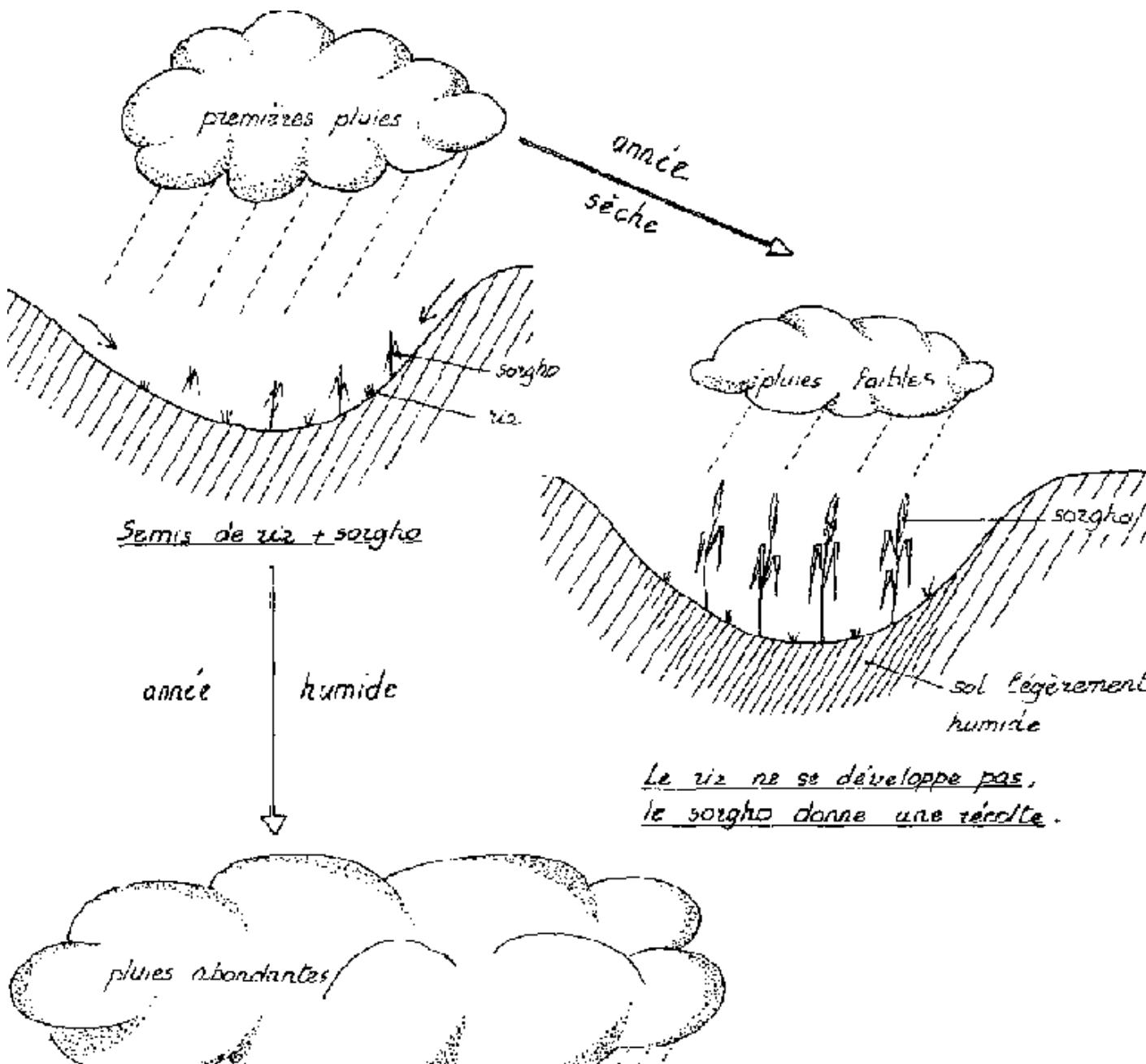
(60) *Consulter des ouvrages spécialisés sur ce thème: "Eaux et terres en faite" (par J.L Check et Dupriez, Terres et vie). "Les digues filtrants (CIEH/AFVP)." La maître des crues dans les bas-fonds " (GRET/AFVP). "Les méthodes anti-érosive " (CILSS)*

## **Techniques culturales anti-aléatoires**

Parmi les techniques adoptées par les paysans pour faire face à la sécheresse, il semble important de signaler les méthodes anti-aléatoires basées sur leur connaissance des terroirs et des plantes cultivées.

- L'utilisation de variétés à cycle plus court avec pour contrepartie un rendement plus faible a été observée dans tout le Sahel en réponse à la sécheresse. L'agronome peut donc faciliter cette démarche paysanne en proposant un éventail de variétés, voire d'espèces nouvelles, en particulier celles qui sont cultivées traditionnellement dans des zones plus sèches.
- La mise en culture de bas-fonds est une pratique générale car ils sont inondés en année normale, mais permettent de bonnes cultures en année sèche. Dans ce cas, les paysans sèment simultanément dans les bas-fonds et sur des zones plus sèches et mieux drainées. Ainsi, en année sèche, ils peuvent compter sur la récolte du bas-fond, même si les champs pluviaux ne donnent rien. A l'inverse, en année humide, les cultures pluviales pourront donner une bonne récolte alors que les cultures de bas-fonds seront asphyxiées par l'excès d'eau.
- L'association de cultures: très fréquemment, les paysans associent des espèces, voire des variétés différentes lors du semis. Lorsqu'ils associent deux

espèces aux besoins écologiques très différents, ils pratiquent une association anti-aléatoire qui permet de récolter quel que soit le climat de l'année. Au Yatenga, les paysans associent riz pluvial et sorgho lors des semis dans des zones de dépression aux sols lourds, risquant d'être, non pas submergées durant une longue période, mais saturées après des pluies abondantes. En année sèche le sorgho pousse bien, alors qu'en année humide c'est le riz qui se développe.



## Techniques culturelles anti-aléatoires

En associant plusieurs variétés d'une même culture, certaines à cycle court et à faible potentiel de rendement et d'autres à cycle plus long et potentiel plus élevé, les paysans pratiquent encore l' "anti-aléatoire".

Il n'est pas rare de rencontrer des agriculteurs africains qui connaissent et utilisent simultanément une dizaine de variétés différentes de sorgho ou de riz. Ils font preuve d'une maestria étonnante dans leur stratégie d'utilisation de ces différentes variétés, selon les sols, le climat, les contraintes de l'exploitation, etc. Avant de se lancer dans un programme de vulgarisation qui fait "table rase" du passé, il vaut mieux commencer par découvrir l'étendue des connaissances paysannes.

## Crues naturelles et crues contrôlées

Une autre technique répandue depuis longtemps consiste à utiliser judicieusement les crues des fleuves.

### *Les cultures traditionnelles de crue et de décrue*

Dans les régions plus sèches mais traversées par de grands fleuves aux fluctuations saisonnières régulières tels que le Niger ou le Sénégal, les cultures de crue ou de décrue ont une importance capitale pour les populations riveraines. En effet, celles-ci tirent partie de l'eau stockée dans les sols des vastes plaines d'épandage des fleuves. Là encore les techniques utilisées sont plus complexes qu'on ne pourrait le penser.

Dans certaines zones, les agriculteurs ont réalisé des aménagements parfois considérables pour mieux contrôler la montée du plan d'eau, comme c'est le cas à Gao-Tombouctou.

### *La submersion contrôlée ("décrue ou crue améliorée")*

Ces aménagements des deltas du Sénégal et du Niger ont été étendus et modernisés sous la forme de "casiers de submersion contrôlée" par les colonisateurs depuis les années 1930. Ce système a d'ailleurs été à la base de la prospérité de l'Égypte durant des millénaires. Le principe en est fort simple: il suffit de construire de grandes digues pour isoler les dépressions habituellement recouvertes par le fleuve lors de sa crue. Des vannes permettent de régler soit la vitesse de montée du plan d'eau pour les cultures de crue, riz exclusivement, soit sa vitesse de descente pour les cultures de décrue, sorgho principalement. L'inconvénient principal de ce type d'aménagement est que tout dépend de la crue du fleuve pour le remplissage du casier. Si la crue est faible et de courte durée, le casier ne pourra être exploité que sur une partie de sa surface. Et il faut prévoir des digues solides donc coûteuses pour résister aux plus fortes crues (crues centennales). En tout état de cause, les digues doivent être entretenues régulièrement.

La gestion de ces aménagements pose de gros problèmes puisqu'il s'agit de terres appartenant à plusieurs villages et dont les limites traditionnelles sont bien marquées. Or, les conflits d'intérêts entre cultivateurs selon la position de leur parcelle et l'état de leur culture sont multiples. Il est difficile de déterminer s'il faut attendre que tous aient semé leur riz pour autoriser la montée du plan d'eau, au risque de rater la fin de la crue et de pénaliser ceux qui ont semé tôt, ou alors de procéder à une montée "en continu". Faut-il au contraire que cette montée soit rapide pour atteindre les parcelles les plus hautes, en risquant de submerger le riz des zones basses? Si les villages n'arrivent pas à se mettre d'accord, c'est aux pouvoirs publics qu'il revient de prendre la responsabilité de la gestion du plan d'eau... au risque de mécontenter tout le monde

Quelles sont les techniques agricoles utilisées sur ces aménagements? Très proches des méthodes traditionnelles, elles en ont les faibles rendements (de l'ordre de 1 t/ha) sur des surfaces pourtant importantes (4 à 5 ha par famille). Mais elles ont un avantage notable: leur faible consommation d'énergie et de produits importés. Les financiers les ont souvent jugées peu rentables. C'est la raison pour laquelle le Sénégal a décidé dès 1960 de remplacer les casiers de submersion par des aménagements dits en "maîtrise totale". Il faut entendre par là, des aménagements planés, équipés de motopompes et d'un réseau de canaux garantissant la disponibilité de l'eau, indépendamment de la crue. Ce fut l'origine de la SAED et de la "course en avant" à la recherche de la rentabilité de l'irrigation dont le moins qu'on puisse dire est qu'elle est loin d'être assurée dans les grands aménagements.

### **Le périmètre de décrue contrôlée de Rqiz en Mauritanie.**

*Description: Il s'agit d'une cuvette naturelle d'environ 4000 ha dont le point le plus bas se situe en-dessous du niveau de la mer. Elle était plus ou moins remplie chaque année, selon la crue du fleuve, par un chenal naturel. On y semait du sorgho de décrue au fur et à mesure de la baisse naturelle du niveau de l'eau. De ce fait, une partie seulement de la surface pouvait être cultivée à l'époque optimale, c'est-à-dire après une submersion suffisamment longue pour reconstituer la réserve en eau du sol, mais pas trop tard dans la saison car le sorgho se développait alors en période chaude moins favorable à sa croissance.*

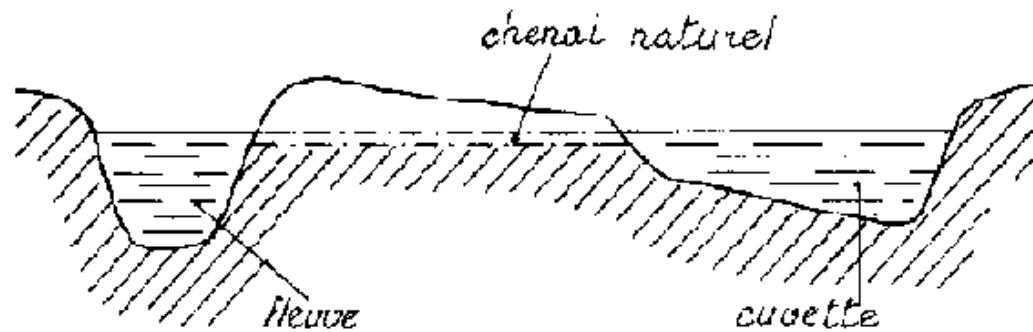
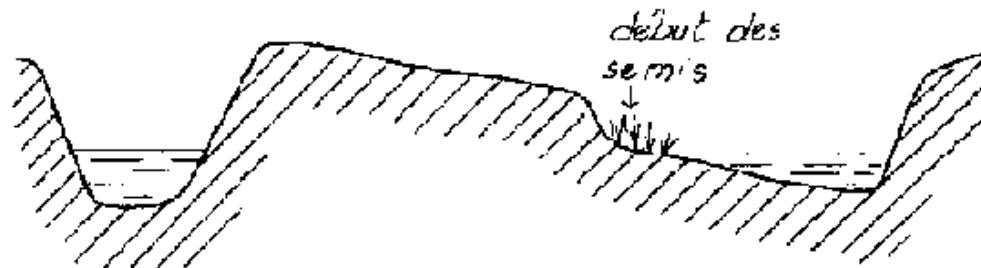
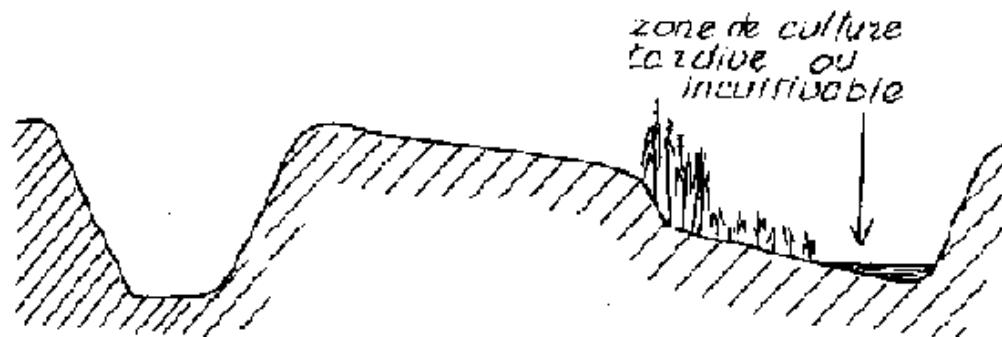
**1. Remplissage lors de la crue (octobre) :****2. Décrue (décembre) :****3. Vidage par évaporation, percolation et suite des cultures de décrue (janvier à avril) :**

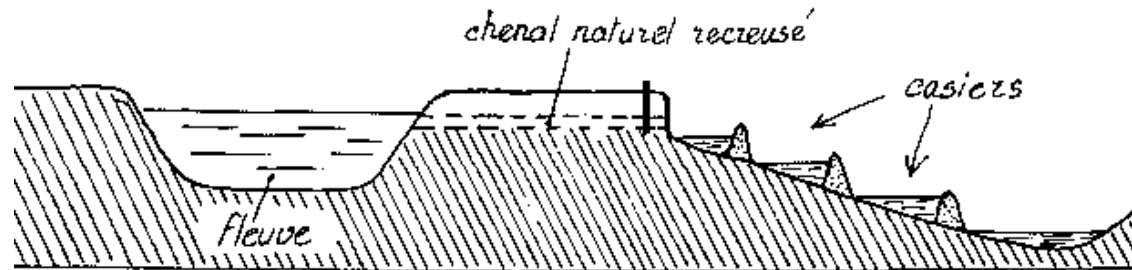
Schéma du fonctionnement traditionnel

Bilan: La surface cultivée varie de 0 à 1000 ha avec des rendements moyens de 500 kg. Pas de culture possible en année sèche, car le chenal d'amenée est trop haut.

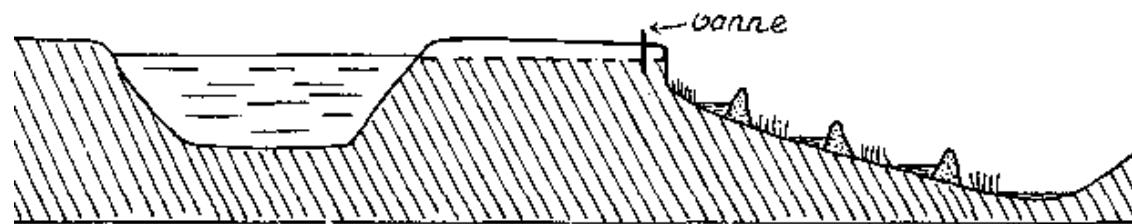
L'aménagement réalisé par l'État a consisté à:

- approfondir le chenal et construire un barrage de régulation;
- aménager la cuvette par un simple cloisonnement en courbes de niveau, à l'aide de petites digues de 80 cm de haut avec déversoirs à 40 cm. Ceci, dans le cadre du contrôle partiel de la crue, est permis par la construction du barrage de Manantali à partir de 1987 (crue artificielle prévue pour les dix prochaines années au moins).

**1. Crue (octobre) et remplissage des casiers :**



**2. Début semis après six semaines de submersion (décembre) :**



**3. Fin semis (janvier) sur l'ensemble de la surface :**

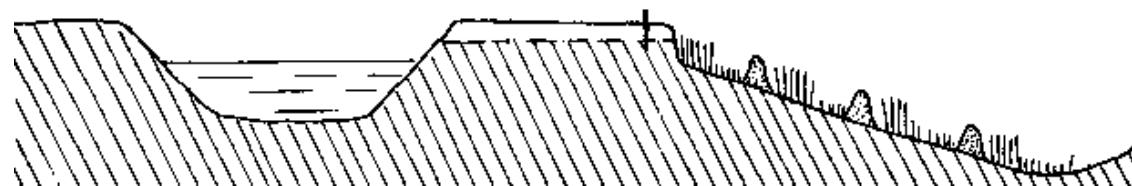


Schéma du nouveau fonctionnement

Résultats en 1988:

Possibilité de mise en culture de 2000 ha chaque année. Rendements moyens augmentés à 1,0 voire 1,8 t/ha avec développement du maïs de décrue, parallèlement à l'extension des surfaces de sorgho. Augmentation de la migration saisonnière de populations, depuis les rives du fleuve vers le lac, de décembre à mai.

Pour un investissement minime de l'ordre de 2400 FF/ha, l'augmentation de production nette (usage d'intrants très limité, car très bonne fertilité de ces sols) est de

l'ordre de 500 kg de sorgho à l'hectare aménagé, soit 800 F par an environ.

Le travail supplémentaire consiste surtout en un désherbage précoce et un gardiennage contre les oiseaux et le bétail.

Du fait de la structure quasi féodale de la société, les propriétaires traditionnels de la terre non cultivateurs prélèvent 50 % de la production à la récolte. Ce sont surtout leurs anciens dépendants qui cultivent la terre en métayage. Cette situation provoque de nombreuses tensions préjudiciables à l'exploitation et à l'entretien de l'aménagement qui doit être assuré par une main-d'œuvre salariée. Propriétaires et métayers se renvoient la responsabilité de l'entretien qui, en fin de compte, n'est pas bien assuré. Ce problème social risque donc de compromettre à moyen terme un aménagement technique et économiquement réussi.

#### *La maîtrise des crues à l'échelle fluviale*

Les nouvelles infrastructures mises en place à l'échelle d'un bassin versant ou à celle d'un fleuve tout entier peuvent permettre d'augmenter la production avec des techniques traditionnelles. La nouvelle possibilité de régularisation de la crue du fleuve Sénégal grâce aux grands barrages de Manantali et Diamax, pose à nouveau la question de l'intérêt de ce type d'aménagement et de celui des cultures de décrue traditionnelles par rapport aux périmètres irrigués classiques prévus par l'OMVS.

Il est en effet techniquement possible de garantir une "bonne" crue huit ou neuf années sur dix, simplement par stockage puis lâcher programmé des eaux du Bafing à Manantali. Ceci permettrait aux agriculteurs de mettre en culture chaque année de vastes surfaces de décrue (walo) en sorgho, avec des rendements moyens faibles (500 kg/ha), mais un coût de production et des charges en intrants peu élevés. Malheureusement, cette option serait incompatible avec l'option actuelle qui garantit, au contraire, un débit régulier du fleuve toute l'année pour permettre la double ou triple culture irriguée tout le long de la vallée. Il faut reconnaître que l'irrigation pourrait alors être pratiquée par toutes les populations riveraines. Par contre, en décrue, du fait de la configuration du lit du Fleuve, la décrue ne profiterait qu'aux populations aval (Haalpulaar et Wolof en aval de Bakel).

Il serait fort intéressant de comparer ces deux options d'un point de vue économique, social et écologique. Mais nous manquons de données sur les surfaces cultivables en décrue, le niveau de la crue et la capacité de travail des populations. Une longue polémique a longtemps opposé partisans et adversaires de Manantali! Néanmoins, un tableau comparatif des deux options à partir des informations disponibles (61) figure à la page suivante.

(61) "Suivi des activités du Bassin du fleuve Sénégal. Rapport de synthèse. ", M. Horowitz, M. Salun-Murdoch, novembre 1990, IDA.

#### *Des petits barrages permettraient des cultures de décrue*

Ne serait-il pas possible de mieux utiliser de nombreux barrages construits en zone sahélienne, actuellement inexploités sur le plan agricole? Les cultures de décrue que les populations locales ne pratiquent pas traditionnellement pourraient être introduites. Des paysans, qui avaient commencé à les appliquer, se sont vus interdire cette pratique car l'État craignait que cela ne favorise l'érosion et n'accélère le comblement des retenues. Il serait, là aussi, intéressant de comparer la solution "périmètres irrigués en aval", coûteuse en investissement et en encadrement, et la solution "culture de décrue" qui permet souvent de valoriser de plus grandes surfaces, avec un rendement à l'hectare certes moindre, mais une meilleure productivité du travail et du capital.

#### **ÉLÉMENTS DE COMPARAISON DES OPTIONS "CRUE ARTIFICIELLE" OU "IRRIGATION EN MAÎTRISE TOTALE" POUR L'AMÉNAGEMENT DE LA VALLÉE DU FLEUVE SÉNÉGAL**

	<b>OPTION "DÉVELOPPEMENT DES PÉRIMÈTRES IRRIGUÉS"</b>	<b>OPTION "CRUE ARTIFICIELLE POUR GARANTIR LES CULTURES DE DÉCRUE"</b>
GESTION DES BARRAGES ET DU DÉBIT DU FLEUVE	Maintien d'un débit minimum de 300 m <sup>3</sup> /s en saison sèche.	Création d'une crue artificielle d'au moins 6000 m <sup>3</sup> /s pendant un mois, même en année sèche.
AUTRES UTILISATIONS DES BARRAGES	Production d'électricité. Navigabilité du fleuve.	-
CONSÉQUENCES SUR L'ENVIRONNEMENT	Baisse des pêches. Disparition des zones riveraines de pâturage et forêt.	Maintien des zones de frai traditionnel, des pâturages et forêts riveraines.
SURFACES PRÉVUES	250000 ha pour l'année 2050 en périmètres irrigués.	100000 ha (mal connu).
INVESTISSEMENT NÉCESSAIRE (AMÉNAGEMENTS)	Très lourd: Minimum = 1000000 Fcfa/ha. Total = 250 milliards Fcfa	Nul ou faible (recherche sur les possibilités d'accroître les rendements). Petits aménagements de décrue améliorée. Nécessité d'encourager le stockage interannuel des céréales.
CONSÉQUENCES SOCIALES	Destructuration. Conflits fonciers. Besoin d'encadrement lourd. Création d'emplois dans la filière riz. Limitation de l'exode rural.	Renforcement des structures traditionnelles et des notables. Peu d'influence sur l'exode rural.
FRAIS DE FONCTIONNEMENT ANNUELS (en ordre de grandeur)	Frais de salaires/ encadrement = 100000 Fcfa/ha Importations: - Intrants = 67000 Fcfa/ha - Machines/ matériel = 80000 Fcfa/ha (y compris mécanisation) - Amortissement infrastructures = 50000 Fcfa/ha	Nuls pour l'instant.
PRODUCTION NETTE ESPÉRÉE	Brute en 2050 = 1500000 t Nette au niveau national = 880000 t Nette pour les paysans = 570000 t	60000 t net, neuf années sur dix dès 1989.
REMARQUES	L'irrigation du riz ne peut être rentable que si l'État soutient le cours du paddy à 80 Fcfa/kg, montant bien au-dessus du prix actuel du paddy importé.  Cela risque de poser des problèmes politiques (revendications des populations urbaines pour un prix bas).	La production pourrait sans doute être augmentée avec l'utilisation de certains intrants (engrais en particulier).
	D'autre part, l'État doit faire en sorte de réussir son désengagement afin d'éviter que les subventions à la production nationale ne grèvent son budget.	

### Méthodes de collecte du ruissellement des pentes

Elles sont pratiquement toutes basées sur des techniques qui augmentent l'infiltration (la pénétration de l'eau de pluie dans le sol) et le stockage de l'eau dans le sol. Elles permettent de récupérer les eaux de ruissellement, en provenance des zones non cultivées qui entourent les champs. Dans la zone soudano-sahélienne, 20 à 30 % des précipitations annuelles sur les champs cultivés, et jusqu'à 40 % sur sol nu, sont perdues par ruissellement. Lors de fortes averses, jusqu'à 70 % de l'eau de pluie part en ruissellement (62). Les pertes sont moindres sous la végétation naturelle (0,2% sous jachère protégée), mais dans de nombreuses régions la brousse ne subsiste plus que sous forme très dégradée. Cela s'explique par la pression démographique qui entraîne une extension des terres cultivées, des temps de jachère plus courts et le surpâturage. Il faut y ajouter la destruction des arbres pour en faire du combustible.

(62) *Travaux de l'ORSTOM présentés par E. Roose sur le Burkina Faso. 1977.*

On observe alors ce qu'on peut appeler le "cycle infernal" de la dégradation des écosystèmes (63). Les paysans essayent de nouvelles techniques (ou généralisent des techniques anciennes) pour tirer parti du ruissellement accru, en provenance des zones dégradées. Voici quelques exemples, observés dans la région du Yatenga au Nord du Burkina Faso.

(63) *Pour compenser des rendements en baisse, les agriculteurs défrichent de nouvelles surfaces et réduisent les jachères, d'où ruissellement et érosion accrue.*

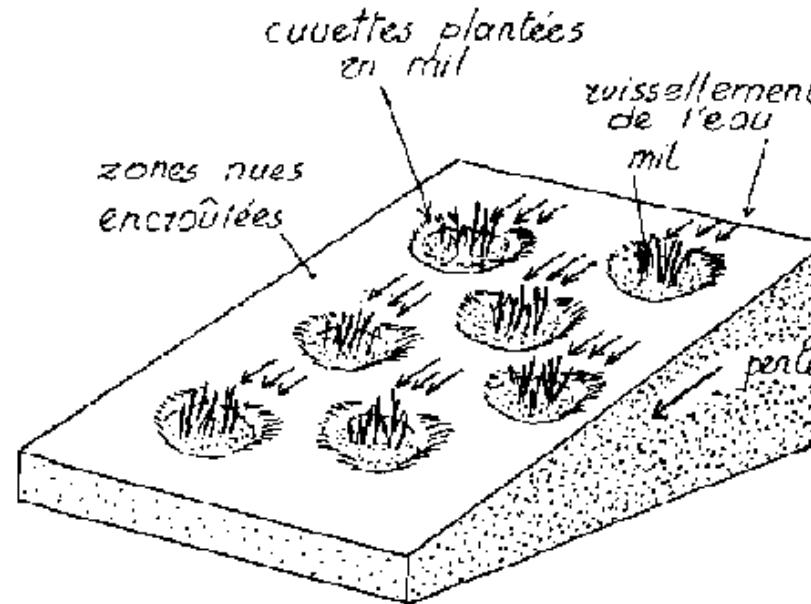
#### *La technique du "zai"*

Elle consiste à creuser dans un sol encroûté des cuvettes de 20 à 80 cm de diamètre où l'on place des résidus organiques, en fin de saison sèche. Lors des premières pluies, les termites viennent se nourrir de ces déchets, ce qui facilite l'infiltration ultérieure de l'eau. Il y a donc concentration de l'eau de pluie dans ces micro-cuvettes où l'on sème le mil (cf. figure page suivante).

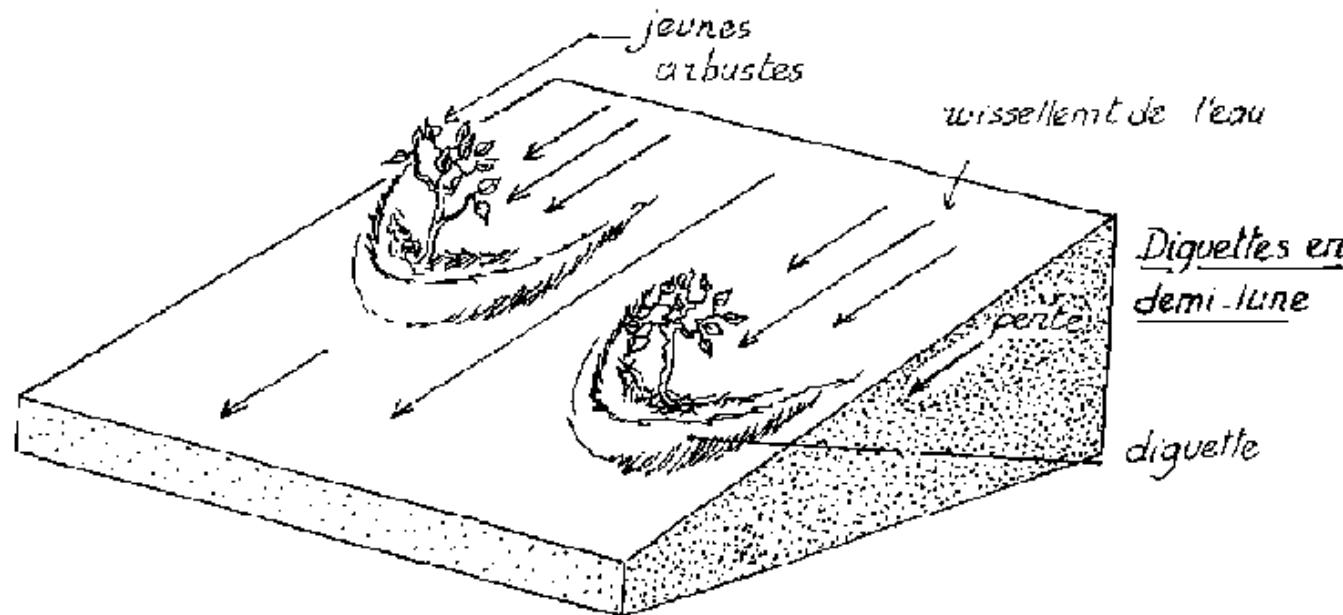
Les paysans construisent également des diguettes en demi-lune ouvertes vers le haut de la pente. Dans le cas de plantations à plus grande distance, celles-ci concentrent l'eau sur les jeunes arbustes. Le paillage de la parcelle permet également d'améliorer l'infiltration, lorsque l'agriculteur peut disposer de résidus en quantité suffisante, ce qui est rarement le cas.

Les agriculteurs utilisent différentes méthodes pour augmenter l'infiltration dans leurs champs, au prix d'un travail de préparation plus important:

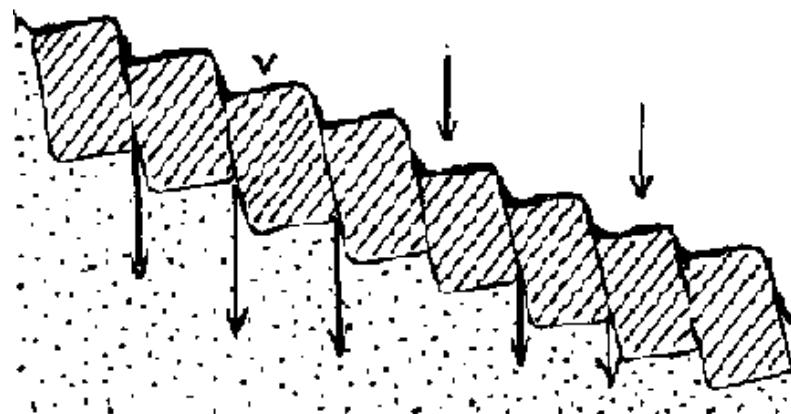
- le labour simple;
- le labour suivi d'un billonnage cloisonné. Le travail du sol accentue les risques d'érosion, en cas de forte pluie. Quand il absorbe beaucoup d'eau au début des pluies, le sol devient une masse semi-liquide qui risque de glisser dans le sens de la pente. Par ailleurs, le labour expose le sol nu et ameubli à l'impact direct de la pluie (effet "splash"). Il est donc intéressant d'associer des techniques anti-érosives au labour;
- le buttage en quinconce.



Technique de "Zai"



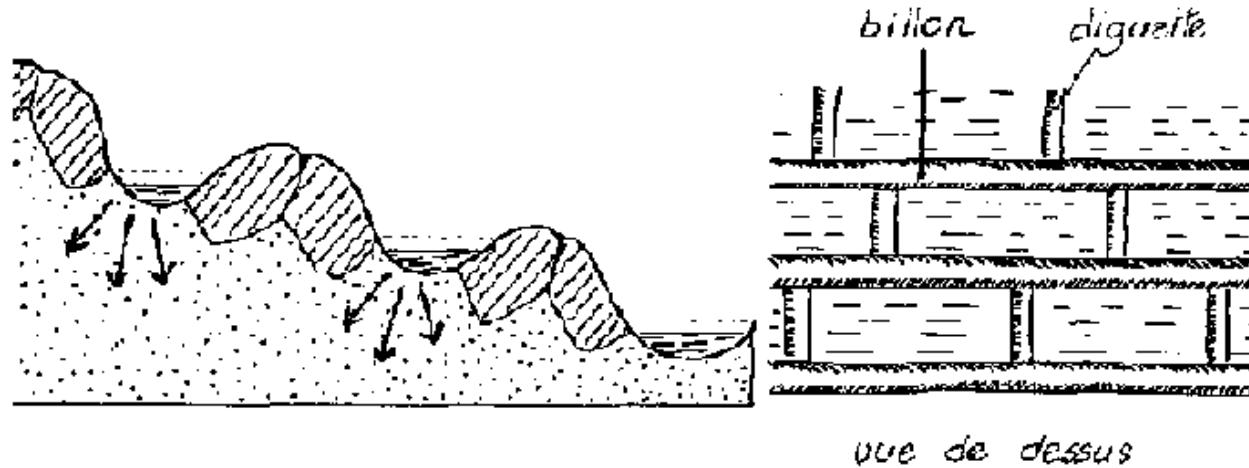
Diguettes en demi-lune



Labour simple

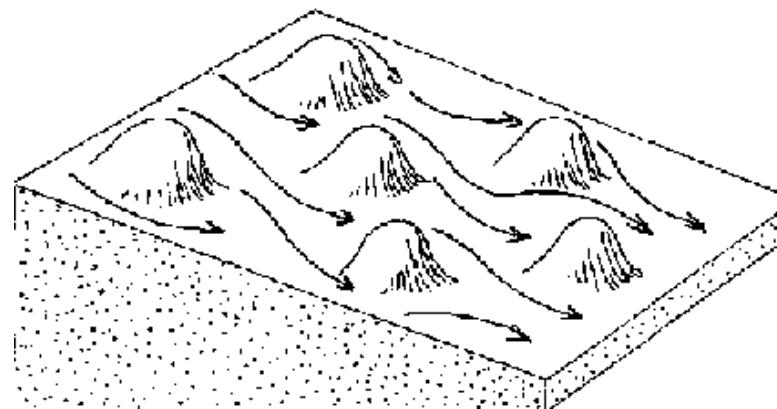
- meilleure infiltration

- érosion accrue (sol exposé)



Labour et billonnage cloisonné

- très bon stockage
- risques d'érosion massive en ras de. fortes pluies



Buttes en quinconce

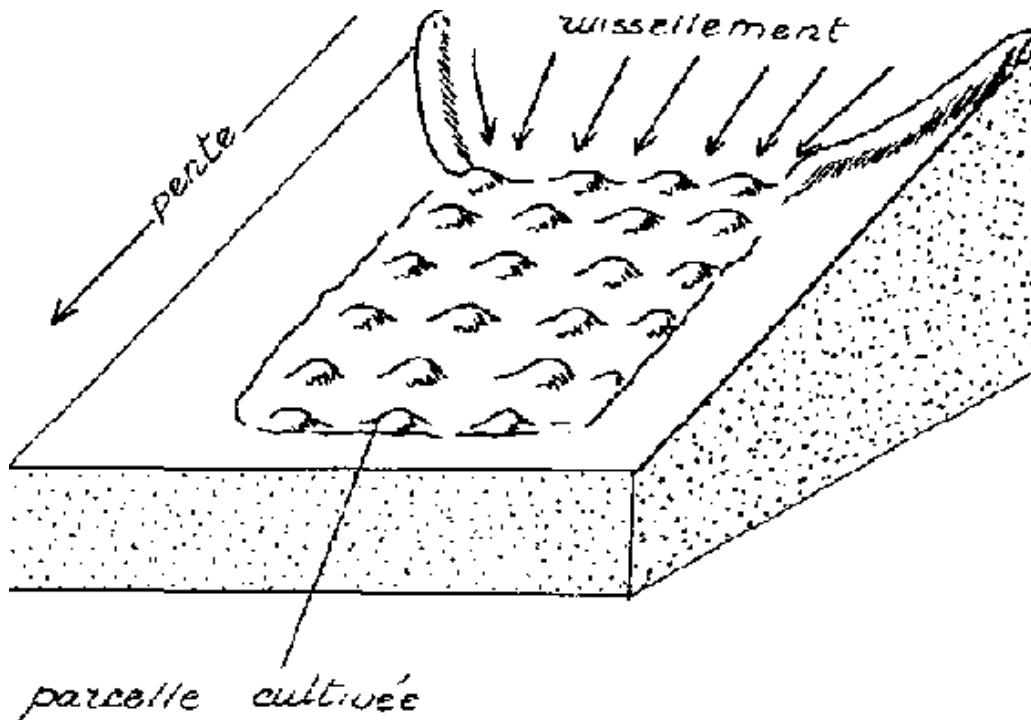
- stockage faible
- peu de risques d'érosion (l'eau est freinée)

Les paysans Mossi eux, ont mis au point diverses techniques pour ralentir et concentrer l'eau de ruissellement provenant des zones dégradées.

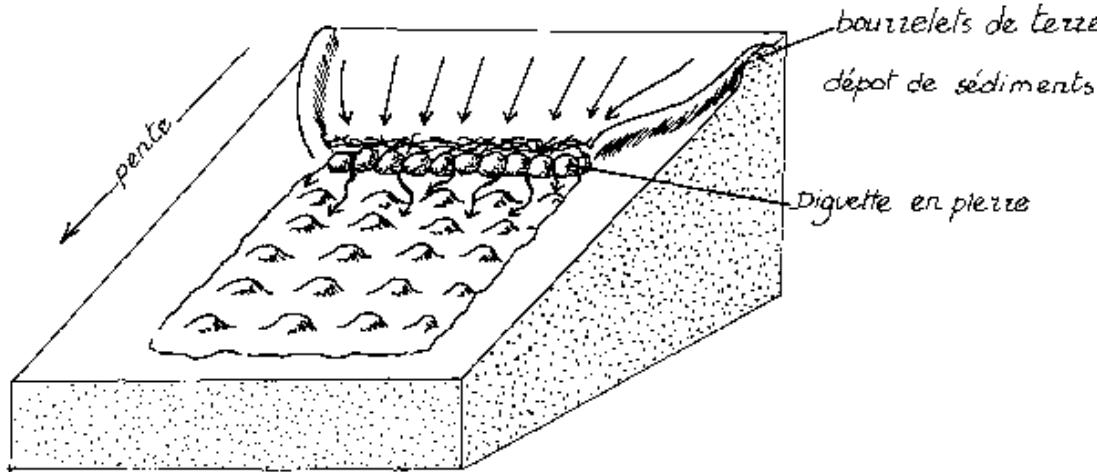
#### *Les diguettes en terre ou en pierres*

La réalisation de diguettes de ce type concentre le ruissellement vers la parcelle. Sans dispositif complémentaire pour freiner l'écoulement des eaux lors des fortes pluies, les paysans prennent le risque d'accentuer l'érosion durant les années pluvieuses, mais ils garantissent une production minimale en année sèche.

En combinant cette technique avec celle des digues filtrantes qui ralentissent le flot et limitent l'érosion, on protège le champ et on recrée progressivement un sol cultivable en amont. Les cloisonnements de pierre en "nid d'abeille" constituent une variante du système précédent, également d'origine paysanne.



Digues visant à concentrer l'eau ruisselant de l'impluvium (méthode paysanne)



Digues concentrant l'eau de ruissellement  
avec digue filtrante en amont.  
(méthode proposée par la Recherche)

Digues concentrant l'eau de ruissellement avec digue filtrante en amont (méthode proposée par la Recherche)

### L'aménagement des bas-fonds et des petits bassins versants

#### *Les aménagements traditionnels de bas-fonds*

L'eau de ruissellement se concentre naturellement dans les bas-fonds. Pour les valoriser au mieux, les paysans appliquent des techniques ancestrales.

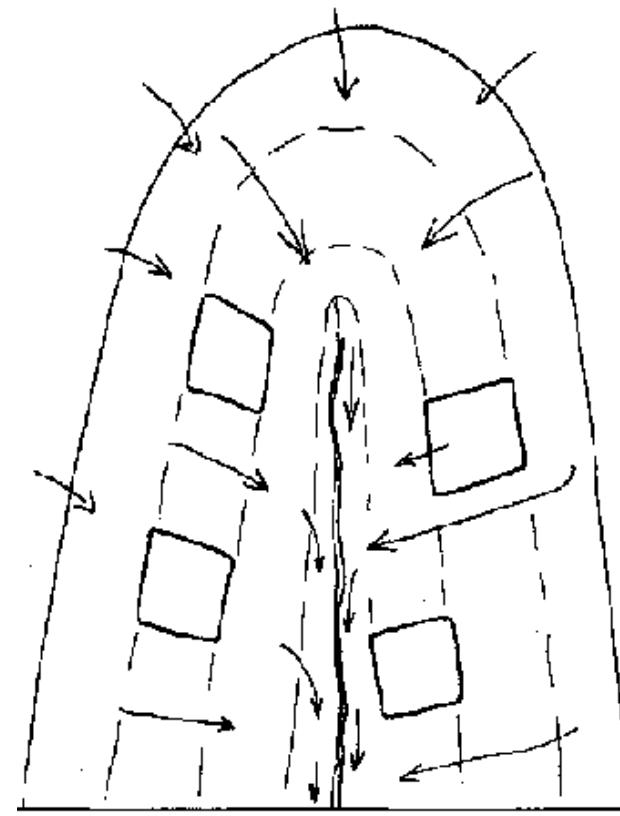
En zone soudanienne ou guinéenne, lorsque la pluviométrie moyenne dépasse 1200 mm, les paysans aménagent des bas-fonds ou des bas de pente. Les dispositifs sont simples: diguettes en terre délimitant leurs champs avec parfois un système de drainage simple constitué par des passages libres entre les digues de deux parcelles (voir schéma ci-contre). Ce type d'aménagement n'est possible que dans ce milieu écologique (zone soudano-guinéenne) car les crues y sont moins brutales qu'en zone sahélienne. Cela est dû à la végétation qui couvre les bassins versants et aux sols plus profonds qui amortissent les crues. Les risques de destruction des diguettes, lors des fortes pluies, sont donc réduits.

Paul Pélissier a bien décrit les méthodes simples mais efficaces d'aménagement et d'exploitation de ces rizières. Elles sont pratiquées par les Dioulas en Casamance, mais également par les Mandingues et la plupart des populations des zones soudano-guinéennes. Plus remarquables encore sont les techniques d'aménagement des mangroves, pratiquées depuis des siècles par ces mêmes Dioulas qui reconquirent, en quelques années, des sols salés d'estuaire, grâce à l'utilisation subtile des eaux de pluie et de la marée.

### *Les bas des bas-fonds améliorés*

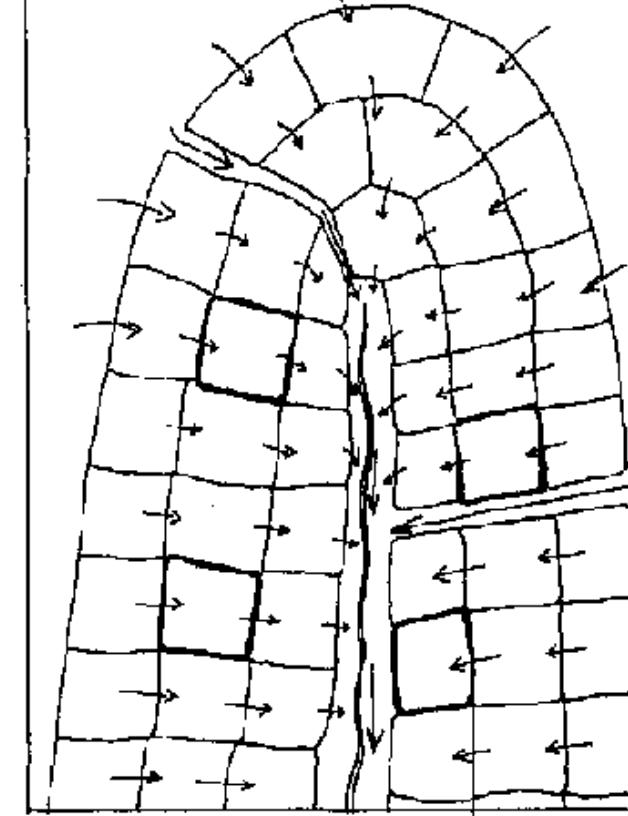
Afin d'améliorer la mise en valeur des bas-fonds en zone soudano-sahélienne, là où les risques de crues brutales ne permettent pas de se contenter de simples diguettes en terre, des aménagements plus perfectionnés ont été proposés par la recherche et réalisés par les organismes de développement publics ou ONG. A ce sujet, on peut consulter l'ouvrage "Le point sur les bas-fonds" (64).

(64) "*La maîtrise des crues dans les bas fonds: petits et micro-barrages en Afrique de l'ouest*", par S. Berton. - GRET, coll. *Le point sur n°12*, 1988.



Vue de dessus

1. Endiguement des premières parcelles



Vue de dessus

2. les parcelles deviennent jointives sauf aux endroits de passage d'eau (drain). L'eau circule d'une parcelle à l'autre.



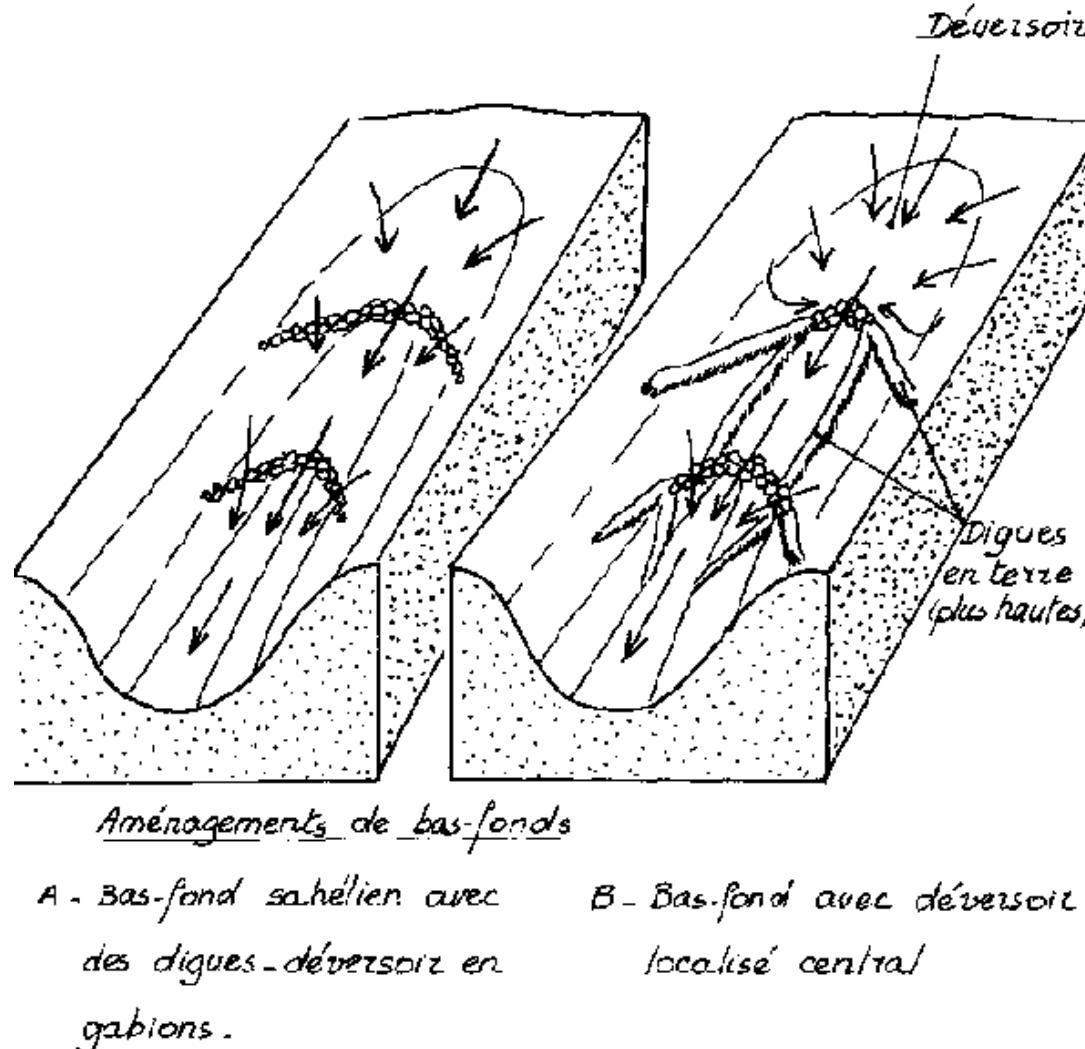
## Aménagement progressif d'un bas-fond

Rappelons néanmoins les principes essentiels.

Pour assurer la résistance de l'aménagement lors des crues prévisibles, on peut:

- soit prévoir le déversement de la crue sur toute l'étendue du bas-fond. Pour cela on construit des digues ou des diguettes renforcées en maçonnerie ou en gabions (pierres retenues dans des filets de grillage);
- soit construire un déversoir, avec les mêmes matériaux, sur une partie seulement de la largeur du bas-fond. Il faut alors ménager une zone d'exutoire non cultivée en aval du déversoir.

Selon la hauteur des digues et des déversoirs, il existe en fait tous les intermédiaires entre les petits barrages où l'on stocke un volume d'eau non négligeable (hauteur de la digue d'environ 4 m, déversoir à 2-3 m) et les aménagements de bas-fonds rizicoles proprement dits, où la lame d'eau ne dépasse pas 50 cm. D'où une certaine confusion dans le langage des techniciens entre "micro-barrage" et "bas-fonds améliorés", et entre "bas-fonds améliorés" et "aménagements de conservation des eaux et des sols de versant".



Aménagements de bas-fonds

#### Les aménagements de petits bassins versants

Dans l'esprit des techniques paysannes décrites ci-dessus, les organismes de recherche et de développement ont proposé des techniques améliorées de conservation des eaux et des sols. Certaines ont eu un effet catastrophique (65), alors que d'autres semblent adoptées par certains paysans avec des résultats prometteurs. Parmi celles-ci,

les aménagements en "diguettes filtrantes" préconisées au Yatenga visent à étendre sur de petits bassins versants les innovations paysannes individuelles.

(65) *L'historique des méthodes utilisées dans le cas du Yatenga a été étudié par l'ORSROM et l'ORD (colloque Aménagements hydro-agricoles du DSA - 1986). Il ressort de leurs observations:*

- qu'un vaste programme de réalisation de terrasses, de fosses de diversions et d'exutoires sur plusieurs bassins versants, avec des moyens mécaniques lourds mais sans participation des populations, a eu pour résultat un accroissement de l'érosion quelques années plus tard, faute d'entretien;
- que des aménagements entièrement basés sur des diguettes en terre compactée, n'ont pas eu les effets escomptés et que les paysans ont volontairement ouvert des brèches dans les diguettes qu'ils avaient contribué à réaliser (avec une incitation de l'aide alimentaire, il est vrai);
- qu'il est donc important d'être prudent quand on expérimente ces nouvelles méthodes (ou même des méthodes éprouvées dans d'autres régions, mais nouvelles dans la zone d'essai). Il faut être en mesure d'évaluer leurs effets sur les sols et les cultures en fonction de la pluviométrie.

Cette technique consiste à construire à intervalles réguliers (25 à 100 m) des cordons pierreux disposés selon les courbes de niveau. Ainsi, l'eau de ruissellement n'est pas arrêtée mais seulement ralentie par les diguettes. Ce qui favorise l'infiltration et le dépôt des sédiments, arrachés par l'érosion à la partie amont de la parcelle. Les résultats sont souvent appréciables sur la croissance des cultures traditionnelles (mil). Les premières mesures réalisées par l'ORSTOM (66) sur trois ans montrent que dans un champ aménagé, on obtient une augmentation systématique de la production totale de matière sèche du mil. Il en va de même pour les rendements en grains.

(67)

(66) *Dispositif expérimental de l'ORSTOM à Bidi (Yatenga).*

(67) *A l'exception d'une baisse de rendement observé en haut de pente en 1985, due à la sécheresse de septembre qui succéda à une période de croissance rapide. Le mil de la parcelle aménagée, qui était nettement plus développé, a donc asséché les réserves du sol plus rapidement au moment critique de la floraison.*

Autre avantage: cet aménagement permet le labour entre les cordons pierreux (à faire soigneusement afin d'éviter d'accroître l'érosion), ce qui permet de doubler encore le rendement potentiel.

Une autre variante de la même technique est utilisée par les Volontaires du Progrès pour aménager les petits thalwegs (passages de cours d'eau temporaires) où se concentrent les eaux de ruissellement. On élève alors des digues filtrantes de taille plus importante (de 1 m à 3 m de hauteur selon les crues), espacées de 100 à 500 m selon le dénivelé.

Lorsque ces diguettes sont construites correctement et au bon endroit, l'effet de reconstitution des sols, en amont, est spectaculaire. L'effet sur les rendements en amont est positif (+ 45 % d'après les mesures réalisées par le CIEH en 1986). La grande variabilité observée d'un site à l'autre est liée au problème d'engorgement des sols (excès d'eau) qui peut survenir après de fortes pluies.

Les paysans devront progressivement adapter leurs techniques de culture (variétés, dates de semis, travail du sol, drainage) au nouveau milieu créé par la digue filtrante. L'entretien de ces digues reste un point préoccupant. Les brèches qui se produisent en cas de forte pluie doivent être immédiatement réparées. Or en début de saison, l'agriculteur se consacre en priorité aux semis et aux sarclages et tarde donc la réparation des digues. Les dégâts s'aggravent rapidement à chaque nouvelle

pluie et peuvent devenir irréversibles.

Ces aménagements ne peuvent se maintenir qu'avec une participation active des paysans à leur entretien. Dès les premières pluies, il faut en effet renforcer telle ou telle partie, cloisonner afin d'empêcher les cheminements préférentiels de l'eau, bref, contrôler systématiquement leur état. Là encore, les points de blocage se situent souvent au niveau de l'organisation sociale: vue la quantité de travail nécessaire, les diguettes sont souvent construites communautairement par tout un "quartier", mais l'entretien doit être assuré par le propriétaire ou l'exploitant du champ qui n'est pas toujours capable de mobiliser la main-d'oeuvre nécessaire.

Dans le bas des thalwegs, il a été proposé de réaliser l'approfondissement des mares naturelles. Ceci permet, après aménagement d'une digue de rehaussement, de stocker l'eau en provenance d'un petit impluvium (de 1 à 5 ha) pour la rentabiliser en irrigation d'appoint sur une petite parcelle en aval (1/4 à 1/6 de la surface de l'impluvium).

C'est là une technique d'irrigation très simplifiée qui demande cependant un investissement en travail important: 20 à 100 jours de travail pour la construction puis pour relevage de l'eau (manuel ou avec une petite pompe) pour l'irrigation proprement dite. Cette solution, encore peu courante, ne pourra sans doute se développer que pour des cultures à forte valeur ajoutée (de type maraîchage) rentabilisant bien l'eau sur de petites surfaces.

Lorsque vous êtes saisi d'une demande d'irrigation, avant de vous précipiter sur le site pour voir s'il est a priori irrigable (voir l'annexe 1 à ce sujet), il peut être intéressant de réfléchir à d'autres possibilités d'aménagement. Ce qui va suivre peut vous y aider. (Vous pouvez également vous reporter à l'exemple de la Karakoro).

## Les autres formes de maîtrise de l'eau

### QUESTIONS UTILES AU TECHNICIEN POUR L'ETUDE DU TERROIR

- *Quelle est l'étendue exacte du terroir villageois? Peut-on le situer sur une carte? (Repérer sur cette carte les cours d'eau, permanents et temporaires, les mares, les zones de crue et de décrue). Quelle est la pluviométrie moyenne de la zone? Dispose-t-on de relevés pluviométriques proches? Quelles sont les variations d'une année sur l'autre? Y-a-t-il de fortes pluies?*
- *Où sont situées les terres de culture? Quelle est l'intensité de leur utilisation? Combien de temps ces jachères durent-elles en moyenne? Sont-elles situées sur des pentes? Y-at-il des phénomènes de ruissellement important durant les pluies? Est-il possible de délimiter les différents types de sol en fonction de leur comportement face à l'eau? Quelles sont les zones de passage d'eau lors des pluies? Sont-elles considérées comme très fertiles ou non? Les villageois ont-ils observé une baisse de la fertilité au fil du temps? Des phénomènes d'érosion, de surpâturage? Y-a-t-il eu un récent développement du labour en culture attelée, ou mécanisé? Ceci augmente-t-il les risques d'érosion?*
- *Les bas-fonds sont-ils importants? Sont-ils cultivés et comment? Note-t-on de fortes crues après les pluies? Ces bas-fonds sont-ils larges ou étroits? La terre y est-elle fertile et profonde? A-t-on détecté une nappe souterraine proche du sol? Comment varie-t-elle?*
- *Peut-on accéder à des zones où l'on peut facilement ramasser des pierres pour des aménagements éventuels? Les paysans ont-ils spontanément développé des techniques anti-érosives ou d'économie de l'eau? Lesquelles? Des travaux d'amélioration foncière ou de maintien de la fertilité? Des*

*plantations d'arbres ou d'arbustes?*

• *Les mares: Sont-elles temporaires ou permanentes? Comment sont-elles alimentées? Communiquent-elles avec un cours d'eau important? Se remplissent-elles chaque année ou irrégulièrement? Sont-elles cultivées en décrue ou en crue? Par qui? Y-a-t-il des risques de crue trop rapide, ou d'absence de crue? Quelle surface représentent-elles? Quelle est la nature des sols? Sont-elles utilisées par le bétail, pour l'abreuvement, pour le fourrage?*

• *L'utilisation agricole du terroir: Peut-on décrire rapidement les principaux systèmes de culture employés au niveau du village? Quelle a été l'évolution des dernières années? Y-a-t-il eu un changement de zone cultivée? Une extension des surfaces cultivées? Va-t-on vers un système plus extensif (grandes surfaces mises en culture, faible travail par unité de surface) ou plus intensif (plus de travail par unité de surface)? La disponibilité en main-d'oeuvre à certaines périodes de l'année est-elle significative?*

## Préparer un projet d'irrigation avec les agriculteurs

Préparer un projet d'irrigation, c'est effectuer un certain nombre de choix techniques et socio-économiques qu'il sera très difficile de modifier après l'aménagement.

L'emplacement du périmètre, le type de cultures pratiquées, la répartition des parcelles entre les bénéficiaires, sont toutes des décisions essentielles qui auront des conséquences importantes sur le fonctionnement et la réussite du périmètre.

Il est indispensable que les populations locales, et en particulier les futurs utilisateurs du périmètre, soient associés à toutes les décisions. D'une part parce qu'ils possèdent une série d'informations que ne connaissent pas nécessairement les ingénieurs chargés du projet, et d'autre part parce que la motivation et la cohésion du groupe sera fonction des responsabilités qu'ils auront prises lors de la conception du projet.

Comment établir un véritable dialogue entre les villageois et les aménageurs, comment réaliser une préparation participative des projets d'irrigation? Nous tentons dans ce chapitre de répondre à ces questions essentielles.

## Principes de base pour la préparation des projets d'irrigation

### Il faut prendre en compte l'ensemble du système agraire

Les causes d'échec sont nombreuses. Elles proviennent souvent d'une mauvaise conception des projets qui ne prend pas en compte les logiques paysannes au sein de leur organisation sociale (familles et villages), et n'intègre pas les rapports entre communautés voisines pour l'utilisation du terroir ou du bassin-versant.

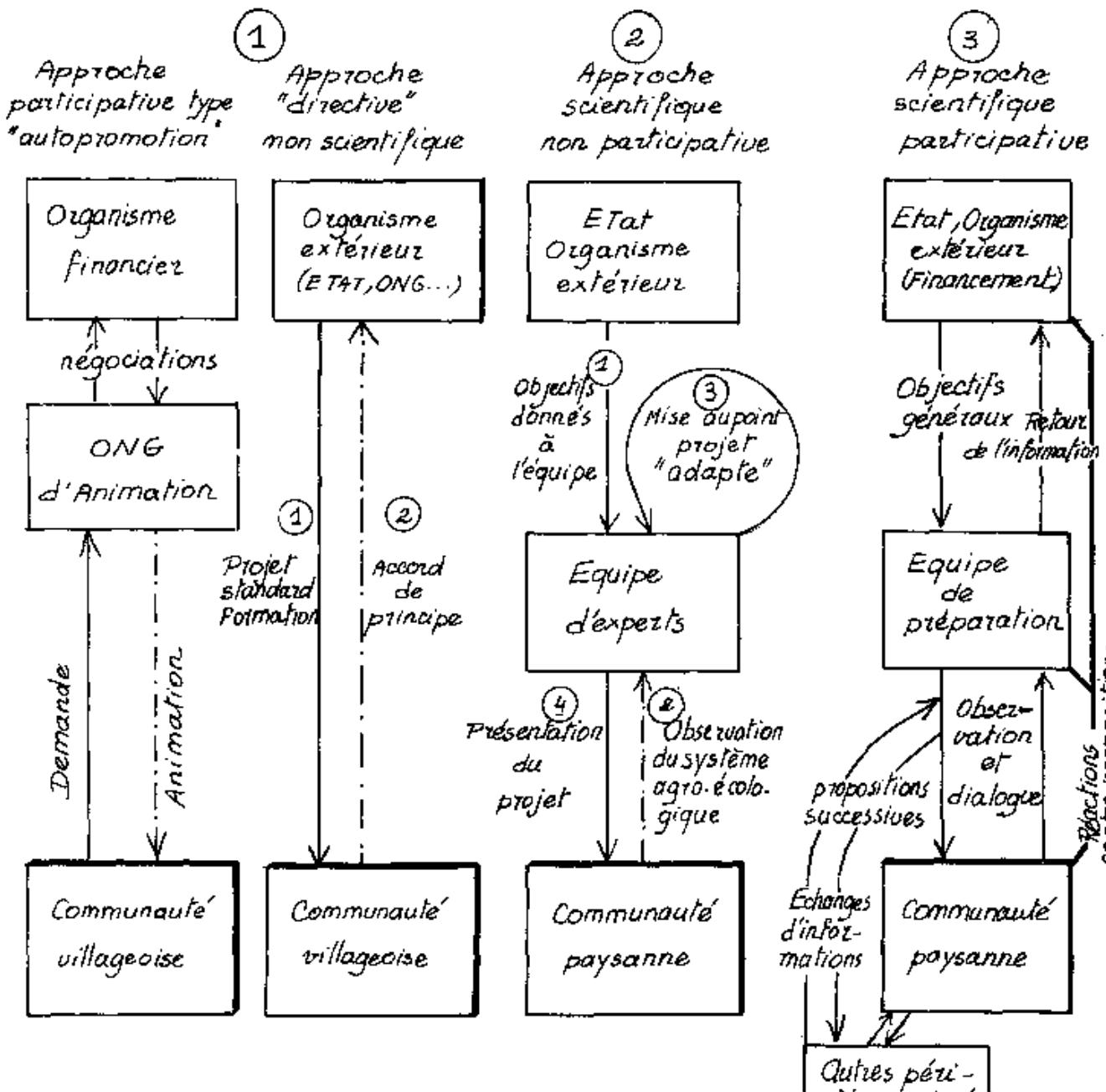
Les chercheurs et les ingénieurs, lorsqu'ils sont conscients de cette lacune, réagissent souvent en constituant sur le terrain une équipe pluridisciplinaire de sociologues, d'ethnologues, d'économistes, d'agronomes, de spécialistes de l'environnement, de pédologues et d'ingénieurs de génie rural, et lui demandent d'analyser le milieu pour concevoir "la" solution optimale aux problèmes.

L'expérience montre qu'il subsiste toujours des "inconnues" de nature à compromettre le résultat final. Même si l'on consacre cinq ans à étudier le milieu de l'extérieur, rien ne permet d'affirmer que le projet mis au point va réussir. De nombreux projets "lourds" de recherche-développement n'ont abouti à rien. Il s'agit dans tous les cas d'une approche trop coûteuse pour être applicable sur une vaste échelle.

### **Les avantages de l'approche participative**

Par contre, la viabilité des programmes est nettement améliorée si l'on accepte un "dialogue permanent" débouchant sur une négociation contractuelle avec les intéressés. Ainsi on bénéficie de leur expérience et on comprend mieux pourquoi ils écartent d'emblée certaines propositions a priori techniquement valables. En faisant participer la communauté paysanne à la réflexion sur le projet commun, on multiplie les chances d'une meilleure compréhension des conséquences du choix collectif. Ce qui est plus efficace qu'un rabâchage imposé de l'extérieur.

Nous pouvons représenter ainsi quatre approches possibles pour la préparation de projets. Nous approfondirons plus loin l'application de ces approches dans le cas des projets d'irrigation.



## Les avantages de l'approche participative

### Établir une communication entre paysans et techniciens/ ingénieurs

Dès lors qu'on se fixe pour objectif d'engager un véritable dialogue avec les paysans, la première condition est de se comprendre mutuellement. Il faut tout d'abord éliminer l'obstacle de la langue. Il est préférable que les ingénieurs parlent la langue locale, faute de quoi ils dépendront d'interprètes plus ou moins fiables. Mais cela ne suffit pas. Il faut que ces ingénieurs soient capables de vulgariser les notions techniques qu'ils ont l'habitude de manier.

Lorsque l'ingénieur dit "un débit trop fort dans les arroseurs provoque une érosion, il faut donc respecter un tour d'eau organisé", il y a fort peu de chances qu'il soit compris. Il lui faudra formuler son idée différemment et dire par exemple: "Si vous faites passer toute l'eau qui sort de la pompe dans un seul petit canal, l'eau va couler trop vite et trop fort, elle va emporter la terre. Il est préférable de vous organiser pour partager cette eau entre quatre petits canaux au moins".

Un ingénieur qui s'exprime dans son langage de spécialiste constate que les paysans ne l'ont pas compris. Plutôt que d'en déduire qu'ils ont besoin de formation, il devrait plutôt admettre que c'est lui qui a besoin d'une formation à la communication. C'est-à-dire qu'il se doit d'améliorer sa capacité à comprendre les paysans, et à se faire comprendre d'eux.

De même, on peut citer de nombreux cas où l'ingénieur ne "comprend pas" le paysan. Lorsqu'un paysan déclare "cette terre est à moi" et que l'ingénieur traduit "il en est le propriétaire, son consentement suffit donc pour l'aménager", il interprète mal la déclaration du paysan. Celui-ci voulait signifier "ma famille possède les droits de culture sur cette terre depuis trois générations, mais seul le maître de la terre, à qui nous remettons une offrande symbolique chaque année, peut décider de couper les arbres". Cela suppose, pour l'ingénieur, d'être sensibilisé aux nuances du droit foncier local et à la traduction exacte des différentes formes de rapport à la terre. (68)

Un exemple typique est cité par T. Meijers au Sénégal (69). Lorsque les aménagistes demandent, lors des premières réunions villageoises: "Comment souhaitez-vous organiser votre périmètre, en un seul groupe ou plusieurs?", les réponses habituelles sont: "Nous sommes tous unis" ou "Dieu est avec nous, nous sommes derrière toi". L'expérience a montré que des villages profondément divisés pouvaient répondre ainsi simplement parce qu'il serait très mal vu de montrer ses divisions aux étrangers. Mieux vaut "laver son linge sale en famille". Si l'aménagiste ne se donne pas les moyens d'approfondir son enquête, il risque de compromettre irrémédiablement la gestion ultérieure des périmètres.

(68) *L'une des solutions à ce problème est de toujours rejoindre un sociologue aux ingénieurs dans la phase de préparation des projets. Ce n'est pas toujours possible pour des raisons financières. Il est donc utile que les ingénieurs se forment aux bases du dialogue avec les paysans.*

(69) *"L'interaction entre les exploitants et l'aménagiste dans le processus de conception technique de périmètres irrigués villageois à l'Ile de Morphil, Sénégal ". Article de Ton Meijers, pour le séminaire "Conception viable des aménagements hydro-agricoles des paysans". Wageningen. Février 1990.*

D'un autre côté, il faut reconnaître sur certains points techniques "nouveaux", les paysans ont besoin d'une formation de base avant de pouvoir entamer le dialogue, pour la simple raison qu'il s'agit de mécanismes ou d'équipements qu'ils n'ont jamais vu fonctionner. Nous parlerons plus loin des méthodes de formation "de base" à utiliser.

Mais les paysans considèrent souvent qu'ils n'ont rien à apprendre des techniciens sur le plan technique. Nul ne peut en effet, mieux maîtriser les subtilités des pratiques

agricoles locales qu'eux, aussi ont-ils du mal à admettre que le technicien venant de l'extérieur puisse apporter un plus, par rapport à des systèmes éprouvés sur place. Le problème se pose d'ailleurs dans les mêmes termes en Europe.

Le technicien est donc souvent mis à l'épreuve par les paysans. On lui demande "et toi, comment est-ce que tu sèmerais ce champ?". Si la réponse est trop hâtive ou hésitante, le technicien risque d'être déconsidéré. Il lui faut garder un juste équilibre entre l'humilité nécessaire (savoir répondre: sur ce point, vous avez plus d'expérience que moi) et la capacité à démontrer que sur d'autres points, il en sait plus (démonstrations pratiques sur l'usage des engrangements par exemple). En bref, il n'y a pas de méthode standard pour devenir crédible aux yeux des paysans sur le plan technique. Il faut être conscient que cette crédibilité se gagne progressivement et qu'il faut du temps pour l'établir.

### **Quelques méthodes de communication "pédagogique"**

Lorsqu'on a affaire à des agriculteurs qui n'ont pas encore eu d'expérience personnelle de l'irrigation, il est très utile de les aider à se représenter concrètement ce que va vouloir dire, pour eux, cette nouvelle pratique.

#### *En organisant des "visites guidées"*

L'une des méthodes les plus efficaces est d'organiser des visites de périmètres irrigués existants. Elles ont le double avantage de matérialiser à la fois les techniques d'irrigation, l'organisation spatiale du périmètre et les contraintes physiques de la culture irriguée mais également de favoriser des échanges d'information directs entre paysans, qui s'avèrent souvent très efficaces.

Même lorsque les périmètres existants sont proches du village, il n'est pas inutile d'organiser ce type de visite de manière un peu "officielle" car il existe parfois des "résistances culturelles" à ce type d'échange. Il peut être considéré comme "mal poli" d'aller voir les champs du village voisin, et encore plus, de poser des questions sur les rendements, la gestion, etc. Organiser cette visite, sur la base d'un accord entre les deux communautés concernées, peut lever ces résistances traditionnelles.

Un exemple frappant de l'impact de telles visites est celui de Forgho au Mali: il s'agissait du premier village de la région de Gao, durement touchée par la sécheresse, auquel on proposait d'installer un périmètre irrigué villageois d'une certaine importance. Mais, ce projet posait de sérieuses questions foncières puisque le périmètre devait être installé sur les sols de décrue très fortement appropriés et convoités. Cela impliquait également une révolution dans le système technique agricole avec des conséquences sur les rapports sociaux entre nobles et captifs, portant notamment sur le besoin de main-d'œuvre supplémentaire.

Tout ceci explique sans doute l'hésitation des notables du village de Forgho, retenu comme "village pilote" dans le cadre d'un projet soutenu par la CCCE. Pour surmonter ces appréhensions, on eut l'idée de proposer aux responsables villageois d'aller visiter des périmètres irrigués situés nettement plus au sud, au Niger. Le cadre administratif et juridique était totalement différent mais culturellement proche (Zarma et Songhaï se considèrent comme "cousins" et parlent la même langue). Cette visite de quelques jours fit une forte impression sur la délégation du village. Celle-ci revint avec un point de vue précis: oui à l'irrigation mais non à la redistribution des terres.

De plus, elle réclama que la majeure partie des terres bénéficie d'un aménagement de submersion contrôlée. Sur ces bases, la négociation avec l'administration put s'engager et on parvint rapidement à un accord. En l'occurrence, les anciens propriétaires obtenaient une surface irriguée proportionnelle à leurs surfaces de décrues perdues mais s'engageaient à allouer les surfaces en excédent de leur capacité de travail familiale (calculée à 1 travailleur pour 0,25 ha) à des personnes de leur choix (famille ou dépendants) sans contrepartie monétaire.

Cette solution engendra par la suite de nouveaux conflits... Une bonne préparation ne garantit pas forcément le succès du projet, car elle ne résout pas à elle seule les contradictions internes des communautés concernées. Cependant, elle évite les erreurs les plus graves.

#### *En expliquant le fonctionnement à l'aide de maquettes*

Lorsqu'on discute de questions techniques complexes, comme celle de l'organisation du tour d'eau ou des conséquences du mauvais entretien des canaux sur la satisfaction des besoins des utilisateurs, il est intéressant de réaliser une "maquette" du réseau proposé. A échelle réduite, elle permet de simuler en quelques minutes un tour d'eau qui prend plusieurs jours dans la réalité. Une maquette de ce type a été expérimentée avec succès à l'Office du Niger (projet Arpon) (70). Un simulateur représentant un "quartier" irrigué à l'échelle du 1/100<sup>ème</sup>, avec parcelles, sous-parcelles, canaux, drains, vannes et prises d'eau, a été construit au centre de formation de l'Office du Niger. Ce simulateur permet de modéliser visuellement un tour d'eau d'une semaine en deux heures. Il est utilisé pour discuter avec les paysans:

- de l'intérêt du planage ou du compartimentage de leurs parcelles pour améliorer la maîtrise de l'eau et réduire la durée du tour d'eau, si chacun fait l'effort d'aménager sa parcelle;
- des difficultés à irriguer correctement en cas de mauvais entretien des canaux.

(70) *D'après l'article présenté par l'Office du Niger au séminaire de Wageningen du 5 au 8 février 1990.*

Après réparation des canaux et "organisation" d'un tour d'eau régulier, les paysans constatent que tous les champs peuvent être irrigués correctement, ce qui n'était pas le cas avant. D'après ses promoteurs, ce simulateur a permis une prise de conscience des groupes de l'intérêt de s'organiser collectivement et de décider de règles d'intérêt commun pour l'entretien du réseau et la conduite de l'irrigation. Cela a débouché sur des pratiques nouvelles.

#### *En matérialisant le futur périmètre sur le site*

Cette technique est d'usage plus limité que les précédentes mais fort utile si l'on veut adapter la conception du périmètre aux besoins des paysans. Il s'agit tout simplement, après le premier levé topographique et l'ébauche du plan du réseau, de retourner sur le site prévu avec les agriculteurs et de matérialiser les principaux ouvrages prévus (canaux, partiteurs, digues...) par des piquets. Les paysans peuvent alors mieux se représenter à quoi ressemblera le périmètre, et faire des remarques ou suggérer des modifications, parfois judicieuses. Voici l'un des exemples de Ton Meijers. (71)

(71) *"L'interaction entre exploitants et aménagistes dans le processus de conception technique des PIV de l'Ile à Morphil" in "La conception, viable d'aménagements hydroagricoles paysans en Afrique subsaharienne ", Séminaire de Wageningen, février 1990.*

#### **Soulever une question peut faire mûrir des décisions...**

*Lors de la discussion avec les paysans sur le site d'un périmètre irrigué villageois, l'aménagiste demanda s'il ne fallait pas tenir compte de l'existence de pistes de passage du bétail. La réponse fut négative. Cependant, lorsqu'on fit le jalonnage des futurs canaux, les paysans demandèrent qu'un des canaux soit déplacé pour laisser passer le bétail. Il s'agissait entre autre du bétail d'autres ethnies qui avaient toujours eu un droit d'accès traditionnel au fleuve pour l'abreuvement.*

### **Le cadre institutionnel pèse lourd dans les négociations préalables**

Comment peut-on expliquer l'attitude des paysans dans le cas précédent? Il est probable que, lors des premières réunions, ils ont supposé que l'aménagiste risquait de renoncer aux périmètres s'ils confirmaient les droits de passage du bétail. Mais, lorsqu'ils virent que le bulldozer était là, ils se dirent que le périmètre allait quand-même se faire et exprimèrent alors leur vrai point de vue.

Même un dialogue et une préparation parfaite ne suffisent pas à garantir un accord durable avec les paysans. Comme dans tout accord, il faut que les deux parties se croient, s'accordent confiance et respect dans une perspective de collaboration durable. Il n'est pas inutile d'imaginer les questions que les paysans se posent au sujet d'une organisation qui vient leur "proposer" un projet d'irrigation... Par exemple:

- Depuis combien de temps cette organisation intervient-elle dans la région? A-t-elle toujours respecté ses engagements et fait respecter les leurs aux autres communautés paysannes avec lesquelles elle a été en contact?
- En cas de désaccord, existe-t-il d'autres organisations vers lesquelles on pourra se tourner? Quelle sera alors l'attitude des pouvoirs publics?
- Combien de temps cette organisation va-t-elle rester dans la région?

S'il s'agit d'une organisation nouvelle peu susceptible de durer et en concurrence avec d'autres déjà présentes dans la région, il y a fort à parier que les paysans promettront "tout ce que l'on veut" pour obtenir l'aide qu'ils souhaitent dans l'immédiat, quitte à se tourner vers une autre ONG dès que les choses "se gâteront". Certains villages de la région du fleuve Sénégal sont devenus experts en la matière. Inutile de préciser que, dans ces conditions, la formation (à la gestion, par exemple) est totalement inutile et que la négociation de contrats de projet n'a guère de sens. Seuls les pouvoirs publics peuvent résoudre ce problème.

Dans le cas d'organisations publiques ou para-publiques, établies de manière plus permanente dans la région, les paysans tiendront toujours compte de tous les problèmes qui ont pu se produire dans le passé (promesses non tenues, conditions "fermes et définitives" abandonnées par "souplesse", sous l'effet éventuel de pressions des politiciens locaux, etc.).

Tous ces facteurs "institutionnels" et historiques déterminent en définitive, indépendamment de la qualité personnelle des techniciens en contact avec les paysans, le sérieux du "contrat" négocié.

Nous insistons d'autant plus sur cet aspect qu'il faut bien constater que jamais, à notre connaissance, une communauté paysanne n'a pu (ou même tenté) recourir à la justice, en cas de désaccord avec un organisme d'intervention, public ou privé. Le droit "institutionnel" n'a qu'un faible rôle dans les zones rurales africaines (sauf depuis peu, sur des questions foncières, et seulement dans certaines régions).

### **Il faut un cadre légal aux contrats de développement**

Les négociations avec les paysans ne prennent vraiment tout leur sens que si elles se situent dans un cadre institutionnel cohérent qui garantit le respect des décisions prises de part et d'autre, dans le long terme. Cela suppose une continuité et une cohérence du côté des intervenants publics ou ONG. Il est essentiel que soit défini, avant le démarrage des travaux d'aménagement, un contrat d'entretien et de mise en valeur entre l'État, d'un côté et le groupement, de l'autre.

Ce contrat doit préciser les responsabilités des différentes parties: qui est chargé de l'entretien du réseau et de la machinerie, qui doit assurer le renouvellement des machines, et que deviendra le périmètre en cas de non-respect de ces obligations? Ce contrat doit être effectivement appliqué et contrôlé par les pouvoirs publics. Il leur appartient de garantir la continuité de la politique souhaitée.

On observe trop souvent qu'un groupement, après avoir promis à une ONG (ou un "projet" financé par l'aide internationale) d'assurer l'entretien et le renouvellement de son système de pompage, se tourne deux ans plus tard vers une autre ONG OU projet.

On ignore les promesses passées, ceci avec la bénédiction des autorités locales qui "ferment les yeux". Il se crée alors une situation très préoccupante, en particulier dans certaines zones où les périmètres irrigués villageois se sont multipliés récemment.

### **Les normes d'aménagement sont à définir à l'échelle régionale**

Lorsque le contrat d'aménagement est précisé, un autre domaine pour lequel il est important de définir une politique régionale est celui des normes d'aménagement. Certains projets ou donateurs adoptent en effet des normes minimales d'aménagement. Ils visent des coûts moindres et une meilleure "rentabilité" théorique des investissements à moyen terme. Si, au bout de cinq ans, ces économies se traduisent par la dégradation du périmètre et la nécessité de le réhabiliter, on voit mal quel est leur rentabilité réelle.

D'un autre côté, comment faire admettre à certains groupements qu'ils doivent refaire chaque année leur canal principal (en terre) alors que leurs voisins bénéficient d'un canal bétonné? De telles disparités engendrent un sentiment d'injustice et de découragement. L'une des méthodes préconisées pour assurer cette continuité est de constituer un "comité de pilotage" de l'aménagement. Dès le départ, il regroupe les représentants des différentes administrations concernées, de l'équipe de conception et des paysans.

Au Burkina Faso, une législation spécifique des périmètres irrigués a été élaborée (cahier des charges des aménagements hydro-agricoles). Elle prévoit les modalités de préparation des projets d'irrigation par constitution d'un Comité d'attribution qui pilote la conception et la construction des périmètres irrigués jusqu'au stade de l'attribution des parcelles. Un comité de gestion paysan est alors désigné par les attributaires et prend en charge le fonctionnement courant du périmètre, sur le modèle coopératif. En cas de non-respect par les paysans de leurs engagements initiaux (paiement des redevances, mise en valeur directe des parcelles attribuées, entretien du réseau), le Comité d'attribution peut être convoqué sur demande du préfet, afin de prendre les mesures qui s'imposent. C'est-à-dire dissolution du Comité de gestion ou expulsion des attributaires fautifs.

Il n'est pas question pour nous de prendre parti "pour ou contre" l'intervention de l'État dans les périmètres irrigués villageois pour les attributions de terre. Nous avons vu qu'il s'agit d'une question fort complexe qui relève des politiques des États concernés. Cependant, il semble logique de prévoir un suivi des périmètres villageois par les pouvoirs publics, dans la mesure où les investissements ont été réalisés avec l'appui de financements publics, nationaux ou internationaux.

L'important est qu'un cadre légal ait été prévu pour que chaque partie connaisse ses droits et devoirs. Il faut qu'existent aussi des sanctions en cas de non-respect des obligations contractuelles.

### **En résumé**

- Pour bien préparer un projet, il faut qu'il y ait dialogue et négociation avec les paysans dès le départ.
- Pour bien dialoguer et négocier, il faut que paysans et techniciens se comprennent.
- Pour qu'ils se comprennent, il faut qu'ils aient reçu des formations appropriées. Préparation et formation sont donc indissociables.

Pour négocier correctement, il faut être pris au sérieux: pour être pris au sérieux, il faut se situer dans un cadre institutionnel cohérent.

## **Adapter les infrastructures aux besoins des paysans**

La construction d'un réseau d'irrigation mobilise un investissement lourd et durable. Une fois réalisé, il est difficile de le faire évoluer et il faudra "vivre avec" pour les dix ou vingt prochaines années. Il est donc souhaitable de recenser à l'échelle régionale les réseaux d'irrigation existants, et de tester ceux qui semblent les plus intéressants, ne serait-ce qu'à titre expérimental. Il est frappant de constater que les ingénieurs ont tendance à reproduire "sans réfléchir", dans un pays ou une région donnée, le "modèle" proposé il y a vingt ans, par telle ou telle entreprise de consultants.

C'est ainsi que les périmètres irrigués villageois du fleuve Sénégal sont généralement conçus avec des canaux en terre, même lorsque les sols sont très filtrants et qu'il faut pomper l'eau à grands frais, on dit alors qu'il faut limiter les coûts d'investissement. Alors qu'au Burkina Faso tous les canaux sont construits en béton, même lorsqu'ils traversent des zones rizicoles plus argileuses, on justifie cette fois le coût plus élevé en disant qu'il faut "économiser l'eau au maximum", vu les ressources limitées du pays.

Par ces exemples, nous voulons seulement montrer que les techniques doivent être adaptées aux conditions locales et non l'inverse, et suggérer que les ingénieurs et techniciens de l'irrigation voyagent un peu plus et s'imprègnent des expériences variées qui existent sur le continent africain.

## **Intégrer les techniques traditionnelles qui ont fait leurs preuves**

Prenons simplement un exemple présenté par le Dr Horst: "Selon la culture technique et conventionnelle des aménagistes, le concepteur place, aux points de bifurcation du réseau, des ouvrages destinés à permettre une division, une régulation et une mesure exacte de l'eau, afin de répondre aux besoins d'irrigation de manière efficace". Cependant, du point de vue des paysans, ces ouvrages sont étranges et incompréhensibles: leur fonctionnement est basé sur des lois hydrauliques complexes et des unités inconnues (le débit en l/s). Pour eux ces mesures n'ont pas de sens.

Par contre, ces paysans n'ont aucun mal à comprendre des ouvrages "tout ou rien" (vanne ouverte ou fermée) ou de distribution proportionnelle fixe. Dans ce dernier cas, le débit est partagé dans des proportions constantes, quel que soit son niveau initial. Ce type de partiteur peut être gardé facilement par les paysans, qui préfèrent d'ailleurs réaliser des seuils larges et peu profonds qui produisent un minimum d'affouillement et de pertes de charge, alors que les ingénieurs préfèrent des ouvrages compacts et profonds, plus précis, mais impérativement réalisés en béton. (Voir les schémas correspondants à cette partie page suivante.)

## **Envisager dès le départ les évolutions possibles**

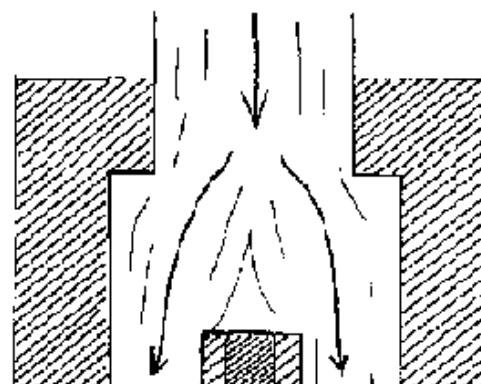
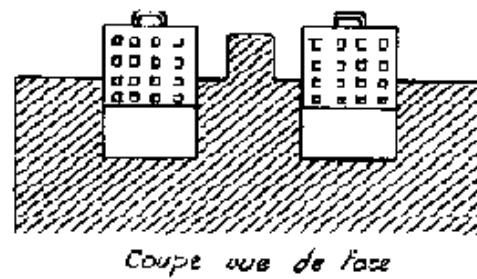
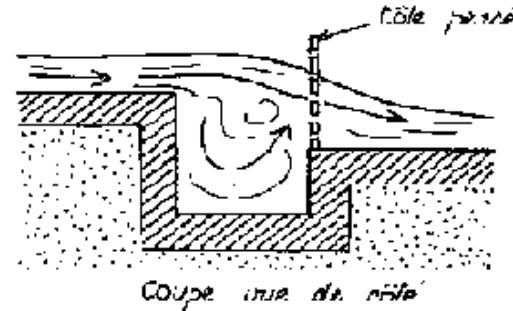
Lorsque l'on conçoit un réseau d'irrigation, il est dangereux de postuler que le mode de mise en valeur du périmètre (type de cultures, calendrier, surfaces exploitées) et

de gestion de l'eau (tour d'eau/ capacité de pompage...) n'évoluera pas au cours des dix années à venir. Il est plus prudent de concevoir un réseau suffisamment souple pour s'adapter à des évolutions. Ce qui implique de prévoir:

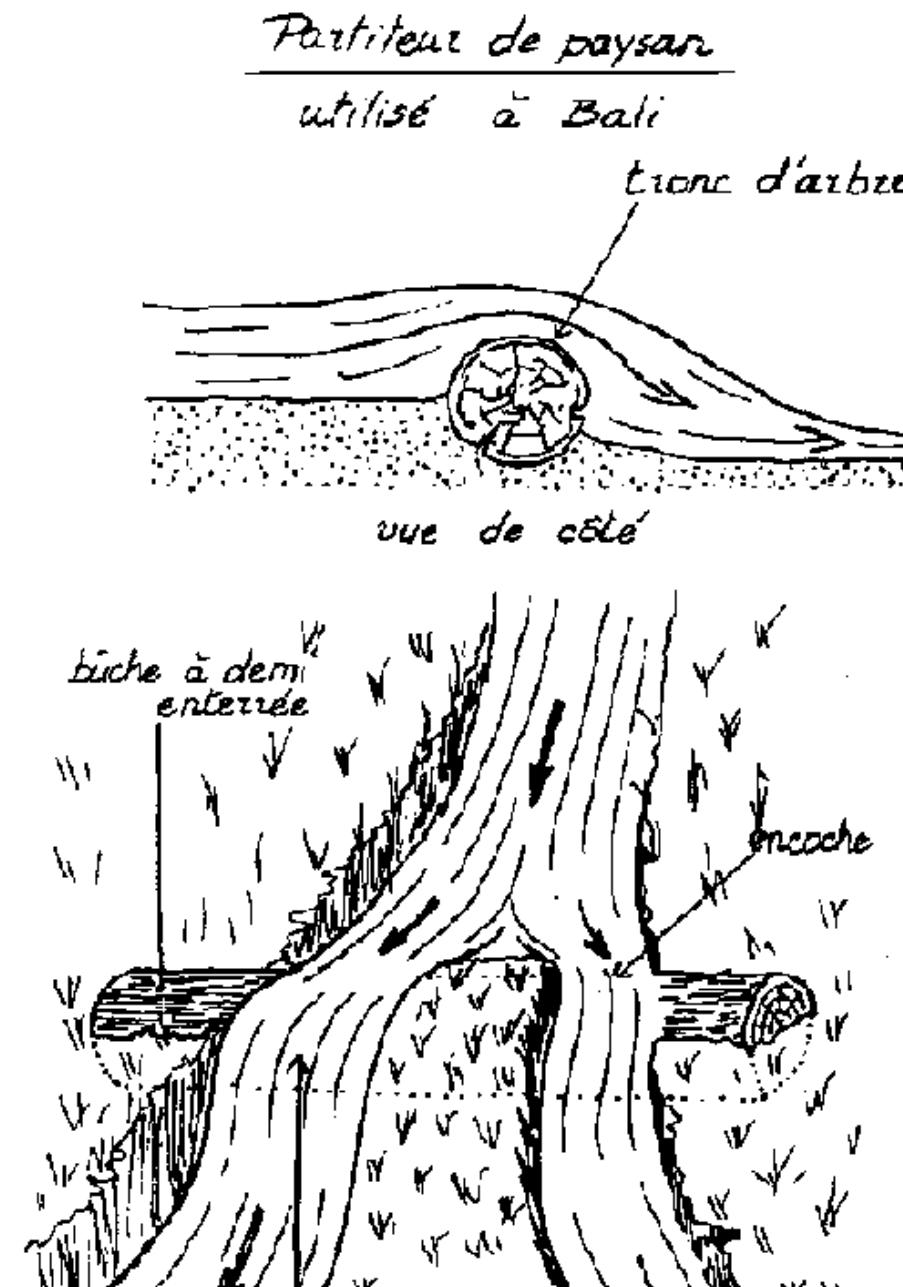
- des secondaires suffisamment larges pour pouvoir véhiculer tout le débit fourni par la prise d'eau ou la pompe;
- les conséquences d'un entretien "suboptimal" des canaux (enherbement, berges affaissées);
- les ouvrages permettant de limiter les problèmes d'entretien (ouvrage de chute pour les canaux en terre en particulier);
- un temps d'arrosage "réel" inférieur au temps "optimal". De nombreux exemples ont montré qu'il ne fallait guère compter sur des arrosages de nuit, sauf si la survie de la culture est en jeu, mais alors il est trop tard pour espérer un rendement correct. Il faut également penser aux fêtes et aux différentes causes d'absences. Il faut s'appuyer sur des normes réalistes d'aménagement (efficience réelle, débit de pointe nécessaire), établir à partir de l'observation des périmètres existants et non des normes "technocratiques" issues de la conception de l'ingénieur. Ce qui entraîne une augmentation des débits instantanés nécessaires;
- des "prises clandestines" diverses, pour certaines zones, où c'est quasiment un droit acquis par les riverains qui en tirent souvent de meilleurs rendements que les exploitants des périmètres eux-mêmes. Il vaudrait mieux légaliser ces prélèvements et faire participer les bénéficiaires extérieurs aux frais de fonctionnement et d'entretien, plutôt que les exclure a priori;
- des points de passage du bétail (digues et canaux) s'il s'avère que, malgré les éternelles interdictions, l'habitude de faire pâturer le bétail sur les résidus des récoltes (chaumes, repousses) subsiste dans la région. Cette attitude apparemment "bornée"! a bien sûr sa logique économique, le fourrage a une valeur très importante dans le budget familial. Mais il vaut mieux prévoir des passages protégés plutôt que prétendre "interdire" le pâturage. Ce qui n'aboutit qu'à la dégradation accélérée du réseau à cause des piétinements du bétail "clandestin", cas fréquent à Madagascar.

Tout ceci implique de dessiner et de calculer des réseaux plus coûteux que ceux qui correspondraient exclusivement aux besoins théoriques initiaux du périmètre. La question que posent actuellement les praticiens de l'irrigation aux financeurs est la suivante: "Préférez-vous financer des réseaux plus coûteux qui permettront une mise en valeur évolutive pour au moins dix ans, ou un réseau meilleur marché qu'il faudra probablement réhabiliter dans cinq ans?"

Partiteur d'ingénieur  
(module difficilement  
compréhensible pour un  
paysan!)



Partiteur d'ingénieur



Partiteur d'ingénieur

### Faire participer les paysans à la conception

L'aménagiste, ingénieur ou technicien responsable de la conception du périmètre irrigué, joue un rôle essentiel au sein de l'équipe de conception. Plutôt que d'établir un plan standard sans bouger de son bureau, il peut choisir de développer le contact avec les paysans pour améliorer le produit final (le périmètre).

#### Quelle est la situation classique?

ACTIVITÉS DE TERRAIN	PERSONNES RESPONSABLES	ORGANISATIONS
Mesures topo	Topographe	Société d'aménagement ou bureau d'étude
Tracé du plan en salle	Aménagiste	
Report sur le terrain	Topographe	
Réalisation des ouvrages	Maçons	Entreprise privée ou en régie ou paysans
Réalisation des canaux	Conducteurs d'engins	
Mise en eau et utilisation	Paysans + encadrement agricole développement	Organisme

Il n'y a aucun dialogue avec les paysans pour la conception, sauf peut-être des discussions informelles mais utiles avec les topographes, et peu de contrôle sur la réalisation. Quand des défauts apparaissent lors de la mise en eau, tout le monde se renvoie la balle et personne ne se sent responsable. On a vu des cas où le topographe a implanté des canaux qui étaient manifestement en contre-pente, mais il ne pouvait être incriminé puisqu'il devait suivre le plan.

Lorsque l'aménagiste est absent lors du premier piquetage, on risque de nombreuses erreurs qui compromettent l'entretien ou même le fonctionnement ultérieur du périmètre: contre-pentes, fond du canal trop élevé ou trop bas, niveau des ouvrages de répartition mal calé. Les repères de départ ont souvent disparu entre le premier relevé topo et l'exécution. Les équipes ou entreprises responsables de l'aménagement sont surtout préoccupées de terminer leur travail au plus vite, mais sont peu informées et peu responsabilisées sur les conséquences futures pour les paysans. Ceux-ci sont souvent, par la suite, accusés à tort "de ne pas bien entretenir l'aménagement" (72).

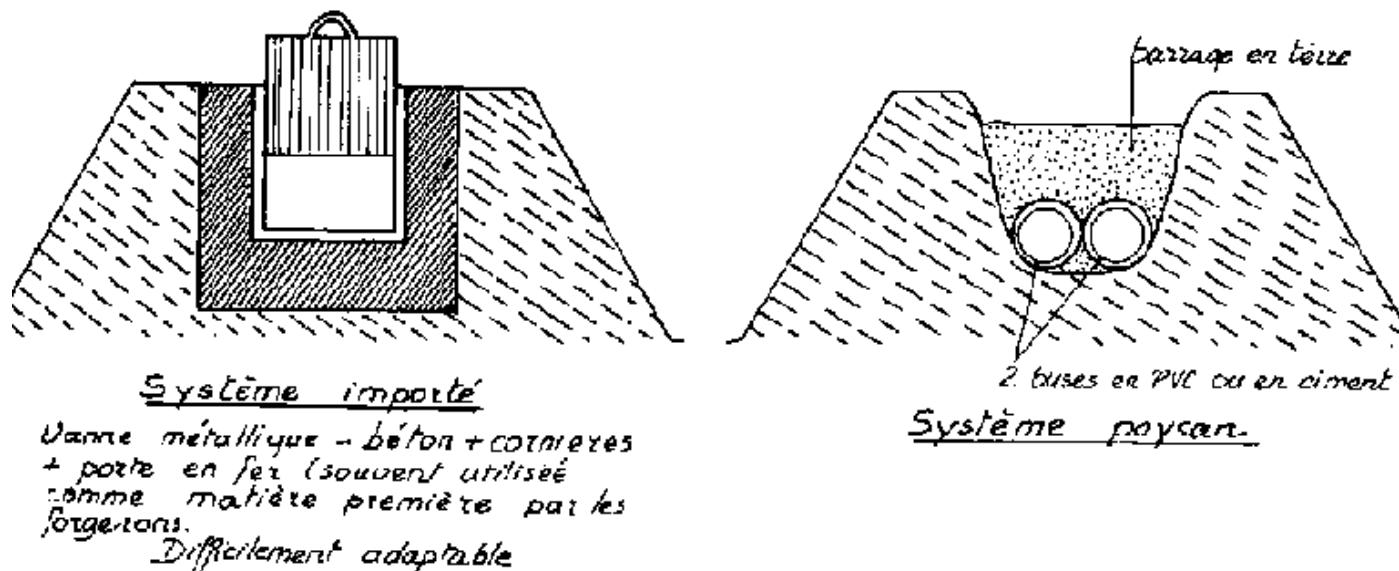
(72) Citons un rapport de la SATEC sur les petits périmètres réalisés par une société nationale d'aménagement dans les années 70: "Les causes de la dégradation accélérée des petits périmètres après quatre années peuvent être estimées comme suit: causes agronomiques 20 %, causes dues aux aménagements 60 %, causes dues à la gestion et à l'encadrement 20 %". Les causes primordiales de malfaçons sont la perméabilité des canaux (remblais en 'terre légère non compactée), le mauvais dimensionnement des ouvrages en ciment, la détérioration des arroseurs (suite à des pratiques paysannes non prévues au départ), la difficulté à régler le débit sur les groupes mobiles de pompage (M. Rouvet, 1983).

De plus, l'aménagiste a fort peu d'informations la manière dont les réseaux existants sont effectivement utilisés par les paysans. Il ne sait pratiquement rien sur les problèmes qu'ils rencontrent et les solutions originales qu'ils y apportent. Sa tâche consiste à tracer des périmètres nouveaux, un point c'est tout. Ce problème de définition des tâches est encore aggravé lorsque, par suite des découpages administratifs, ce n'est pas le même ministère qui s'occupe de la conception et de la construction des périmètres irrigués, puis de leur mise en valeur. Il faut alors mettre en place des structures de concertation spécifiques, pour améliorer la communication entre les ministères!

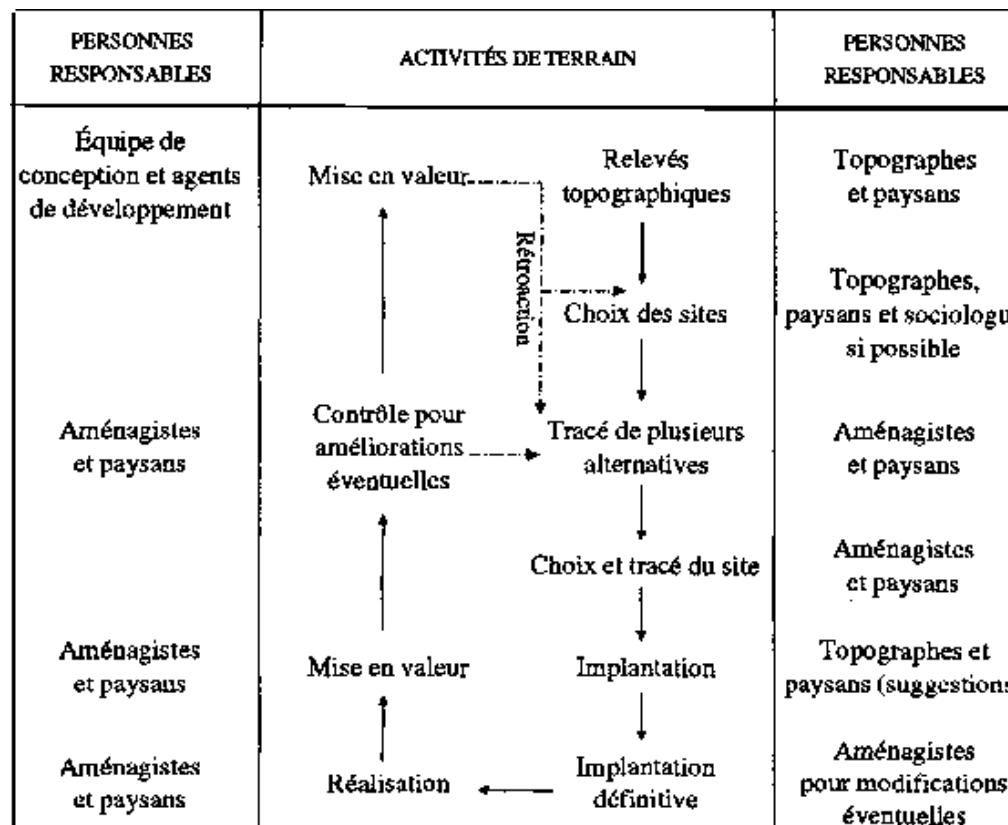
Comment peut-on améliorer cet état de fait? A partir de l'expérience du projet Ile à Morphil, Ton Meijers propose les règles suivantes:

- une seule équipe (comprenant l'aménagiste, le topographe, et si possible maçons et conducteur de chantier) doit être responsable de l'ensemble du processus du début jusqu'à la mise en service;
- il faut qu'il y ait dialogue et participation des paysans à toutes les étapes;
- il faut une clause de garantie incluse dans le "contrat" négocié avec les paysans si le périmètre ne fonctionne pas comme prévu, par suite d'erreurs de conception ou d'aménagement (ou lorsque certains facteurs importants n'ont pu être pris en compte lors de la conception);
- il faut enfin prévoir du temps et des moyens pour que l'équipe puisse aller observer le fonctionnement des périmètres irrigués villageois installés après quelques années de fonctionnement, ce qui permet d'adapter les techniques en fonction des pratiques paysannes (73).

(73) C'est sur la base de l'observation des innovations paysannes que l'équipe de l'Ile à Morfil a remplacé les vannes métalliques par des tuyaux enterrés en travers du canal. Les paysans les bouchent facilement avec de la paille ou de vieux chiffons. Avantage: moins cher, moins fragile et facile à réparer.



## Système importé/paysan



On a alors l'organigramme de travail suivant

#### Importance potentielle de la négociation-concertation préalable: la "négociation du remembrement" (74)

*Certains villages du fleuve Sénégal dans la zone de Koundi, relativement homogènes sur le plan social, disposaient de plusieurs périmètres irrigués villageois de 20 ha chacun. Chaque homme du village disposait de plusieurs micro-parcelles non mécanisables mais globalement insuffisantes pour lui assurer des revenus satisfaisants. Ces villages souhaitaient donc étendre leur surface irriguée par création d'un nouveau périmètre irrigué. Les enquêtes préalables (familiales) montraient cependant le mécontentement des paysans obligés de prendre du temps pour courir d'une micro-parcelle à l'autre. Après discussion avec l'équipe de conception, tous se mirent d'accord pour opérer une redistribution des parcelles sur la base d'un nouveau tirage au sort. Il était prévu que les parcelles situées dans les périmètres les plus anciens seraient plus grandes, pour compenser la baisse de fertilité, consécutive à la*

*culture continue sous irrigation. Ceci représentait un progrès considérable, puisque chacun disposerait d'une parcelle suffisamment grande pour être mécanisée et, surtout, cela faciliterait considérablement la gestion des unités d'irrigation.*

(74) *D'après Ibrahim Dia.*

Certains contestent cette méthode, en observant qu'elle entraîne un coût élevé en personnel qualifié (ingénieurs) par rapport aux surfaces aménagées. Si ce coût (assistance technique) était comptabilisé dans l'estimation du coût des aménagements, on arriverait à des montants prohibitifs.

Olivier Gilard, du Génie rural de Bamako, signale ainsi qu'il n'est guère réaliste de prévoir plus de deux ou trois interventions du bureau d'étude (responsable de l'étude technique) sur le terrain. Par contre, il propose de former des surveillants de chantier compétents. Ceux-ci doivent être en mesure de prendre des initiatives pour corriger sur place les imperfections de réalisation, d'opérer des modifications mineures à la demande des paysans et de servir d'intermédiaire entre les tâcherons et les paysans pour contrôler la qualité des travaux et éviter certaines maladresses (par exemple, utilisation des meilleures terres comme zones d'emprunt de remblais).

## Méthodes de préparation des projets

### Exemples de préparation participative des projets

Précisons tout d'abord, au risque de décevoir le lecteur, qu'il n'existe pas une "méthode standard" adaptable à toutes les situations d'Afrique de l'Ouest. En revanche, il est possible de mettre au point une méthode de préparation adaptée pour chaque "région". Une région est une zone homogène sur le plan social (ethnique) et agro-écologique (systèmes agricoles comparables d'un village à l'autre).

Voici trois méthodes de préparation intéressantes. Nous en ferons ensuite la synthèse pour proposer une méthode intégrant l'ensemble des points présentés.

#### *L'autopromotion paysanne*

Le principe de base est de conduire la communauté paysanne à prendre conscience de ses problèmes sans y apporter de solutions techniques a priori. On part d'une "auto-analyse" des problèmes suivie de propositions soumises elles-mêmes à la réflexion collective. Dans cette méthode, l'animateur-technicien joue un rôle central de "catalyseur". Il provoque et favorise les échanges au sein de la communauté paysanne grâce à différents outils pédagogiques. Le plus répandu, en Afrique, est le "tableau de feutre" qui permet de représenter par des figurines les points dont on discute. Ce moyen facilite la visualisation du discours pour des analphabètes... Les méthodes d'alphabetisation fonctionnelle suivent la même démarche, mais prennent plus de temps.

Le principal reproche fait à cette méthode est qu'elle se base sur la participation de l'ensemble de la collectivité villageoise, ou du moins sur celle d'un "sous-groupe" supposé représentatif. Elle implique donc une bonne homogénéité entre les villageois participants qui se traduit par un réel consensus villageois. Il est des régions où ce postulat est valable car elles sont composées de petits villages égalitaires sans différenciation sociale interne marquée. Mais c'est loin d'être le cas général. Cette méthode risque donc de "gommer" des conflits internes qui ressurgiront lors de la mise en valeur du périmètre.

#### *La négociation tripartite entre villageois, migrants et ONG*

De nombreux projets de développement villageois sont initiés par des émigrés de la région du fleuve Sénégal qui se sont regroupés en associations très structurées, en

France ou dans d'autres pays d'émigration. Les apports monétaires de l'émigration sont de première nécessité pour ces villages dont la survie dépend bien souvent des hommes valides absents. Les émigrés se cotisent fréquemment pour construire une mosquée au village, puis une école ou un dispensaire. Avec l'arrivée de la sécheresse, ils se sont préoccupés de relancer la production agricole, via l'amélioration des cultures pluviales, la création de greniers de sécurité villageois, et surtout, pour les villages riverains du fleuve, la création de périmètres irrigués villageois. Ils ont obtenu l'appui technique et financier d'ONG européennes. Ce dernier type d'activités représentait à leurs yeux, à la fois une possibilité de diminuer la dépendance alimentaire du village à leur égard et une assurance contre le risque éventuel d'expulsion hors de France. Dans ce cas, il leur restait la possibilité de retourner au pays. Les villageois, quant à eux, montraient un intérêt variable pour les périmètres irrigués, en fonction de leurs priorités personnelles axées sur la recherche de sécurité alimentaire, ou sur d'autres activités plus lucratives ou prestigieuses (commerce, religion). Il est intéressant d'observer comment, dans ce contexte, s'est organisée la préparation tripartite des projets. Nous prendrons l'exemple de la méthodologie mise au point progressivement par le GRDR (75) depuis 1982. Cette méthode repose sur une négociation entre trois partenaires: les villageois sur place, les migrants originaires du village (regroupés dans des associations fortement organisées) et l'ONG d'appui technique (le GRDR).

Ce cas illustre assez bien une variété de projets semblables. Voici les étapes successives que requiert leur préparation:

- la première demande est, en général, exprimée par les migrants;
- une sensibilisation-pré-formation est organisée avec les délégués du groupe de migrants, à raison d'une séance par semaine (et de stages de deux jours, en fin de séminaire). Les sujets abordés durant ce stage concernent la gestion, l'entretien et les problèmes agronomiques spécifiques des cultures irriguées (76). On utilise des montages diapo et des "tableaux de feutre";
- un technicien de l'ONG réalise une mission courte (une semaine) dans le village avec l'appui des migrants. C'est l'occasion de s'assurer que les villageois sont partie prenante du projet, et dans quels délais. Elle permet de leur préciser les modalités d'intervention. Le technicien réalise également une enquête rapide sur les concessions (population, activités, accès à la terre, autres ressources);
- lorsqu'un terrain irrigable a été identifié par le village, une deuxième mission de quinze jours environ a lieu. On vérifie que le site choisi convient à l'irrigation et on mesure sa surface. C'est aussi l'occasion d'amorcer une sensibilisation des villageois aux problèmes de gestion, d'organisation et de choix des cultures irriguées. Des visites sur d'autres sites, avec eux, sont alors organisées;
- ensuite, il convient d'attendre l'accord du village sur le plan foncier (site finalement retenu) et surtout organisationnel (quel groupe va bénéficier de l'aménagement). Si des conflits internes se manifestent à ce stade, il faut attendre qu'il y ait accord et cela peut prendre des années! Le groupe créé désigne un bureau provisoire qui sera l'interlocuteur de l'ONG jusqu'à nouvel ordre. Dans certains cas, ce groupe inclut des ex-migrants;
- on réalise l'étude technique du site (topographie, plans, estimation des coûts) puis on prépare un dossier de financement;
- le dossier de financement est discuté avec les migrants qui apportent leur contribution financière. Le "contrat" non écrit avec les migrants est alors précisé: l'appui financier extérieur est fourni pour le démarrage mais ne sera pas renouvelé. Toute dégradation du réseau ou remplacement de matériel sera à la charge des villageois (sur place et migrants);
- des formations spécifiques (gestion, entretien des motopompes) sont organisées sur place pour les futurs responsables;

- la construction du périmètre est faite par les villageois sous le contrôle du topographe aménagiste. Ils achètent eux-mêmes la motopompe et vont la chercher;
- durant la première campagne, un technicien, accompagné d'un migrant (délégué par l'association des migrants), fournit un appui technique et organise des formations et démonstrations techniques agricoles, en particulier sur le champ collectif.

(75) "Groupe de recherche pour le développement rural". Il s'agit d'une ONG originale, puisqu'elle organise des formations/ sensibilisations pour les migrants africains en France, autour de projets collectifs ou individuels de développement rural dans leur région d'origine.

(76) Les migrants communiquent en permanence avec les villageois, notamment au moyen de cassettes enregistrées sur magnétophone. L'information circule donc dans les deux sens durant le processus de préparation-négociation.

### L'aménagement "par phases"

Bien souvent, les paysans de la vallée du fleuve Sénégal préfèrent n'aménager la première année qu'une portion du périmètre qui pourra être mis en culture collectivement. Ceci a pour avantage:

- de permettre une expérimentation collective des nouvelles techniques, en minimisant les risques individuels dont le moindre n'est pas la "peur du ridicule" et le refus. pour les chefs de famille, de laisser "les jeunes" (encadreurs) leur montrer ce qu'on doit faire;
- de réaliser en fin de campagne un bilan collectif des choix techniques adoptés et de modifier si nécessaire, le reste de l'aménagement prévu ou le rythme même de l'aménagement.

Ce concept d'aménagement progressif est facilité lorsque les villageois effectuent eux-mêmes les travaux (ou du moins une partie des travaux) d'aménagement. Par contre, lorsque le périmètre est réalisé par une entreprise, il est rarement prévu d'opérer en plusieurs phases car cela coûterait plus cher.

Dans cette démarche, l'ONG ne cherche pas à approfondir l'analyse du milieu (en particulier au niveau socio-politique et économique) et ne négocie pas directement avec les villageois. L'hypothèse préalable est que les migrants représentent une force "progressiste" par rapport au village et qu'ils sont donc les mieux placés pour "négocier", avec les villageois la future organisation sociale et économique du périmètre. Il existe cependant des rapports contradictoires entre le groupe villageois traditionnel et les migrants:

- les migrants représentent la force vive du village (hommes jeunes) mais l'autorité traditionnelle (chef de village, chef religieux) reste au village;
- les migrants font vivre le village par leurs envois d'argent mais c'est lui qui assure la "garde" de leurs femmes et l'éducation de leurs enfants;
- les migrants souhaitent un développement économique du village pour parvenir d'abord à l'autonomie vivrière et rendre possible un retour au pays, même s'il modifie les rapports sociaux traditionnels (relations entre ex-captifs et nobles en particulier). Mais les responsables villageois entendent préserver avant tout cet ordre traditionnel, tout en souhaitant rehausser l'image du village par des investissements prestigieux, en tout premier la mosquée.

Cette analyse sommaire ne prend pas en compte les contradictions internes qui se manifestent au sein du village (souvent entre jeunes captifs et familles nobles traditionnelles) et qui existent parfois au sein même des groupes de migrants. Cette approche "pragmatique" donne d'assez bons résultats, puisque sur six périmètres irrigués initiés depuis 1982, cinq fonctionnent et sont entretenus de manière satisfaisante. Une motopompe seulement a dû être renouvelée. Par contre, plusieurs moteurs ont été refaits sur les fonds propres des villageois et des migrants. Mais cette approche n'est absolument pas applicable en dehors de la région où elle a été "mise au point".

### *Le rôle des sociologues dans la préparation des projets*

Prenons l'exemple de la cuvette de Cascas au Sénégal, le sociologue comme "interprète" (77). L'objectif était d'étudier les différentes alternatives d'aménagement des cuvettes de décrue traditionnelles (walo) de Cascas, afin de déterminer les sites aménageables, le choix des cultures irriguées et le type d'organisation d'irrigants à prévoir (définition des unités hydrauliques). Les thèmes retenus lors des enquêtes préalables étaient:

- les droits fonciers;
- les besoins en surfaces irriguées et le choix des cultures en fonction des systèmes de production existants;
- l'observation des "unités sociales locales fonctionnelles", groupes de coopération organisés reconnaissant une autorité unique.

(77) Référence: *L'apport des différents types d'études socio-culturelles aux projets d'aménagement hydro-agricoles: l'expérience de Cascas. ADRAO/ Université de Wageningen. I. Dia et B. Fall. Mars 1989.*

L'enquête socio-économique a d'abord permis d'éliminer le site considéré a priori comme le plus favorable par les ingénieurs: la cuvette du Moutoul. Il est apparu en effet que, si le maître de la terre responsable de cette cuvette était un notable de Cascas favorable à l'aménagement, les détenteurs traditionnels des champs étaient, en majorité, des éleveurs peuhls d'un village voisin (Bilait). La cuvette du Moutoul était pour eux avant tout une source de fourrage en contre-saison ainsi que leur source de céréales traditionnelles (sorgho de décrue). Par contre, durant l'hivernage, ces Peuhls ne cultivaient pas et emmenaient leurs troupeaux en transhumance. Ils étaient donc fermement opposés à l'endiguement de la cuvette. Une telle opposition n'existe pas sur un site voisin (la cuvette de Cascas) où les études purent être poursuivies. Elles aboutirent, au terme d'une étroite collaboration entre socio-économistes et ingénieurs, à définir trois scénarios possibles.

### **CUVETTE DE CASCAS: LES TROIS SCÉNARIOS POSSIBLES**

	<b>SCÉNARIO 1</b>	<b>SCÉNARIO 2</b>	<b>SCÉNARIO 3</b>
AMÉNAGEMENT	366 ha	386 ha	122 ha
VILLAGES CONCERNÉS	Cascas et villages "satellites"	Cascas, villages satellites et quatre autres villages voisins	Cascas seulement
NOMBRE D'EXPLOITANTS	302 chefs de ménages avec 1 ha de riz mécanisé chacun. 305 femmes et jeunes de Cascas avec 0,2 ha de polyculture.	626 chefs de ménages avec 0,5 ha de riz non mécanisé. 315 femmes et jeunes avec 0,2 ha de polyculture.	270 chefs de ménages avec 0,25 ha de riz et 0,18 ha de polyculture chacun.

ORGANISATIONS D'IRRIGANTS	20 UAI (73) de 20 ha chacune (16 composées de chefs de famille du même quartier, 3 de femmes et 1 de jeunes).	22 UAI de 20 ha (18 chefs de famille, 3 femmes, 1 jeune).	6 UAI de 20 ha et 50 ménages chacune.
ORGANISATIONS DE GESTION ÉCONOMIQUE	5 GIE (78) avec un tracteur chacun.	6 GIE	3 GIE

(78) *UAI: Unité autonome d'irrigation. GIE: Groupement d'intérêt économique.*

D'après ces trois scénarios, il apparaît que, malgré les doutes exprimés au départ par les techniciens sur la viabilité de la mécanisation par les paysans, l'enquête socio-économique amène à recommander la solution 1 qui pose moins de problèmes sociologiques et organisationnels que la solution 2. La solution 3 semble d'un intérêt limité, vu les faibles surfaces attribuées.

Par la suite, compte tenu du coût estimé du type d'aménagement retenu, l'étude financière montra que la rentabilité d'ensemble de ce projet n'était pas assurée. Cela amena l'organisme financeur à se retirer. Pourtant, la manière dont l'étude préalable a été conduite est un bon exemple de la coopération possible entre sociologues et ingénieurs, lors de la préparation des projets. Ibrahim Dia a tenté de systématiser l'approche présentée dans le cas spécifique de Kaskas, afin de préciser le rôle des sciences sociales dans la préparation des projets.

Dans le cas de la vallée du fleuve Sénégal, les points-clés identifiés sont les suivants:

- le choix des sites aménageables: droit foncier, organisation traditionnelle de l'espace agraire;
- le choix des cultures: critères culturels de choix, organisation des échanges vivriers au sein de la concession et du village;
- l'identification des structures organisationnelles fonctionnelles: quels groupes homogènes peuvent gérer au mieux une maille hydraulique ou un périmètre indépendant? Faut-il incorporer les femmes et les jeunes dans l'aménagement ou leur donner un périmètre indépendant?

L'étape suivante consiste, pour le sociologue, à rechercher, pour une région donnée homogène sur le plan socio-agricole, quels sont les niveaux d'organisation et de décision les plus pertinents à prendre en compte pour chaque point-clé. Par exemple: pour étudier les problèmes fonciers, faut-il s'adresser plutôt aux chefs de concession, aux chefs de lignages, aux chefs de quartiers, au chef de village ou au chef de groupe ethnique?

En l'absence d'une telle analyse, la règle reste de recueillir des informations par des techniques aussi variées que possible et auprès d'interlocuteurs de tous niveaux pour recueillir l'ensemble des points de vue et connaître les objectifs parfois contradictoires d'une même communauté. Dans la région étudiée, les études sociologiques ont montré que lorsqu'il s'agit d'affecter tel ou tel terrain au périmètre irrigué, les décisions collectives l'emportent sur le point de vue individuel. Il est dès lors souhaitable de donner la priorité aux avis recueillis lors d'assemblées villageoises; c'est là où un certain consensus s'établit.

Par contre, lorsqu'on recherche la définition de groupes homogènes pour l'irrigation, avis individuels sont plus importants. Les points de vue exprimés en assemblée peuvent se trouver alors en totale contradiction avec la réalité des rapports sociaux. En voici un exemple précis: "Dans le village de Kaskas, les avis exprimés en assemblée, notamment par les chefs et élus de la Communauté rurale, étaient qu'il fallait mélanger tous les exploitants (au sein du futur aménagement) sans tenir

compte de leur quartier d'origine, le village étant indivisible. L'enquête d'opinion révéla un point de vue (opposé) largement majoritaire, proposant de partir des quartiers". On peut ajouter que dans ce village, les conflits entre quartiers avaient déjà gravement compromis la gestion des périmètres irrigués villageois existants, et que l'histoire du village expliquait l'origine de ces antagonismes entre quartiers.

Nous avons là un exemple extrêmement clair soulignant l'aspect "idéologique" du dogme de l'unité villageoise, qu'on ne peut contester au sein d'une assemblée sans paraître grossier et "associal". Quel chef avouerait volontiers publiquement que ses troupes sont divisées? Les leaders réaffirment ainsi leur propre importance. C'est à cause de ce type de phénomène qu'on ne peut pas se contenter d'une demande d'auto-promotion villageoise qui ne serait basée que sur le dialogue avec "le village" ou ses représentants.

### **Synthèse: un cadre global de préparation des projets d'irrigation**

#### *Une démarche régionale*

Nous donnerons ci-dessous, à titre d'exemple, une démarche qui a été esquissée pour la mise au point de méthodes de préparation adaptées à l'échelle régionale, lors du séminaire de Wageningen (79). Étaient concernés les cas où un organisme public unique (Société de développement régionale) avait la charge de la planification et de la conception de périmètres villageois.

(79) Références: "*Conception viable des aménagements hydro-agricoles...*", Wageningen. 1990 (voir la note n°71 et la bibliographie).

Cette démarche comprend les étapes suivantes:

- la mise au point de la méthodologie par une équipe pluridisciplinaire (sociologues - agronomes - ingénieurs d'irrigation) demande trois à quatre ans car il faut rassembler les données existantes sur le système agro-socio-écologique, faire des recherches sur un échantillon d'aménagements existants pour déterminer le mode de gestion effective des paysans et savoir quel profit ils en tirent, et enfin, mettre au point une méthode de préparation participative régionale;
- la formation des intervenants locaux (techniciens aménagistes, agents de développement) à la méthode de préparation demande deux à trois ans;
- la mise en oeuvre des méthodes de préparation participatives par les techniciens et agents locaux sur la région 'exige six mois par site et par "binôme" avec, en même temps, le suivi/ évaluation des périmètres existants afin d'adapter les méthodes de conception en permanence.

Il est inutile de demander à un sociologue de réaliser une étude générale pour chaque village. Les données obtenues ne seraient guère exploitables par les techniciens chargés de l'aménagement. Par contre, il est fort utile que sociologues et ingénieurs fassent l'effort de définir à l'avance quels seront les points-clés de la conception de l'aménagement où les enquêtes sociologiques pourront s'avérer nécessaires.

#### *Partir d'un programme idéal et l'adapter*

Les organigrammes des pages 239 et 240 résument la programmation "idéale" d'un projet d'irrigation. Cela représente un processus assez long et coûteux, impliquant de nombreux spécialistes pas toujours disponibles. Le responsable de terrain pourra cependant se situer par rapport au programme "idéal" et l'adapter avec "les moyens

du bord".

Il est rare de disposer d'un sociologue qualifié. Mais on peut rechercher les publications existantes sur la région où l'on travaille (80), se mettre en contact avec des informateurs intéressants et leur poser les bonnes questions. Nous avons indiqué pour chaque phase de la préparation, quels étaient les thèmes les plus importants à considérer, les questions à poser en priorité et renvoyé le lecteur aux chapitres d'analyse correspondants.

(80) *Anecdote : Dans une région où les problèmes fonciers et inter-ethniques sont très sérieux, un technicien de passage demande à des volontaires français, en poste depuis quatre ans, s'il existe un ouvrage de référence sur l'ethnie dominante de la région. Réponse: on a bien demandé mais y'a rien. Une demi-heure plus tard, un autre volontaire canadien lui montre un livre publié chez l'Harmattan sur ce sujet, plein de références intéressantes.*

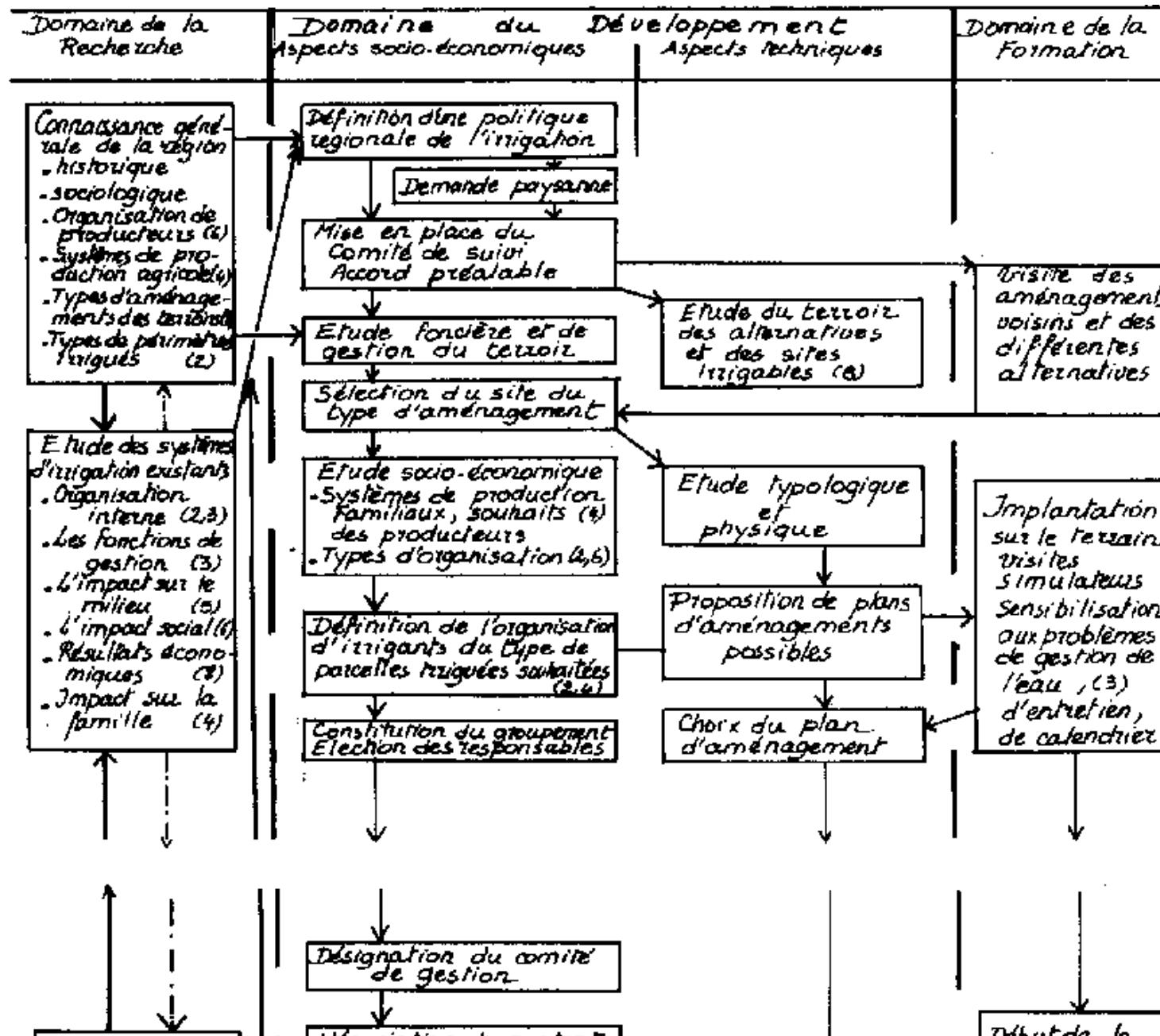
Au terme de cette analyse socio-politique du milieu, il est possible de proposer une "grille d'enquête" qui pourra être utilisée dans tous les villages de la zone concernée. A ce stade, on estime que le sociologue a rempli l'essentiel de son rôle et qu'il peut former des "agents de développement" à la conduite des enquêtes.

Attention cependant à l'écueil de l'enquêteur "trop proche du milieu". Ce qu'il gagne en connaissance, il le perd en objectivité. On a souvent vu que le vulgarisateur ou l'agent de développement responsable d'une zone est amené à s'intégrer dans la société locale en "tenant position" pour tel ou tel groupe social ou niveau de pouvoir. A ce moment, on ne peut guère compter sur lui pour ramener des informations objectives sur le milieu social.

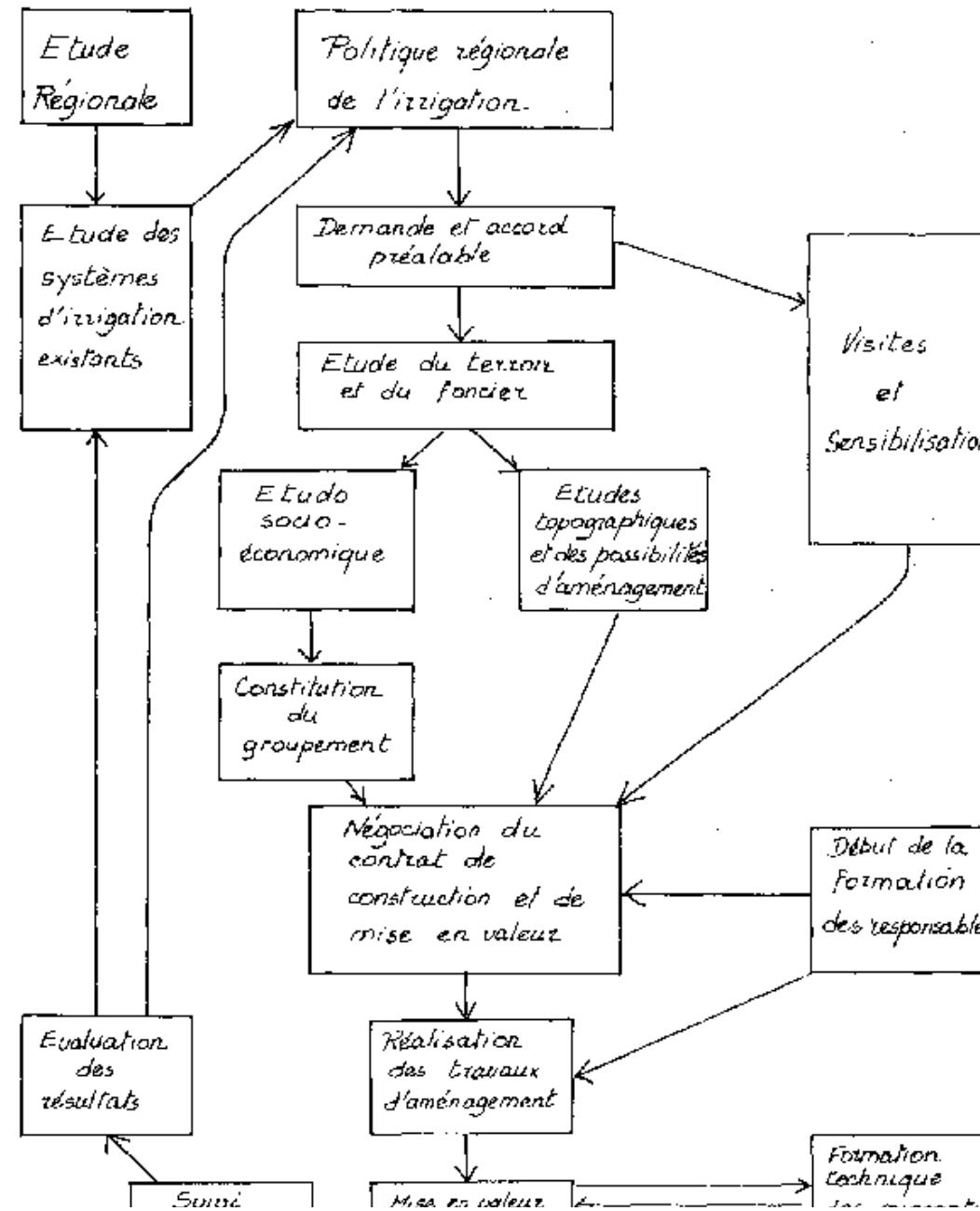
Dans un cas extrême qui nous a été cité par le responsable d'un grand périmètre d'irrigation, la situation foncière était devenue tellement inextricable (un enjeu de pouvoir local) qu'il a fallu faire appel à l'armée pour opérer le recensement des exploitants réels, et ce, en cachant l'information aux vulgarisateurs jusqu'au dernier moment!

Il faut insister sur le fait que les enquêtes sociologiques ne doivent pas être isolées de l'ensemble des autres études (études topographiques, pédologiques, agro-économiques) mais doivent être menées simultanément. Le lien entre ces diverses études est alors plus clair pour les populations concernées.

Si les études plus techniques (topographiques, etc.) précèdent le début des enquêtes sociologiques (et du dialogue avec la population), elles risquent de susciter craintes et réactions négatives des populations, qui craignent d'être dépossédées de leurs terres. Par contre, les études préalables doivent permettre le démarrage immédiat d'un processus de négociation entre ingénieurs et pouvoirs publics d'une part, paysans d'autre part, dans lequel le sociologue joue un rôle de médiateur, voire "d'interprète".



A. Partir d'un programme idéal et l'adapter



B. Partir d'un programme idéal et l'adapter

### **Le suivi technique et la formation**

Cet ouvrage ne saurait faire l'impasse sur l'un des thèmes majeurs du développement des périmètres irrigués, celui du rôle du technicien chargé du suivi de ces périmètres et du transfert des compétences nécessaires pour optimiser leur rentabilité.

La formation ne doit pas être une activité séparée du reste du suivi technico-économique du périmètre. Trop souvent, on organise des programmes de formation à partir d'un diagnostic simpliste de la situation. Sans une bonne analyse préalable des problèmes, il n'y a pas de formation efficace. Nous avons vu à quel point il était inadéquat de proposer des modèles rigides en matière de gestion et de techniques. Il en va de même pour le transfert des savoir-faire. Plaqués sur une réalité pour laquelle ils n'ont pas été conçus, ils s'avèrent catastrophiques. C'est d'ailleurs le fondement même de la pédagogie de partir du vécu propre des intéressés!

Le formateur (ou responsable des choix de formation) devra donc être particulièrement vigilant à la mise à disposition de systèmes participatifs. Plutôt que décider hâtivement que les acteurs du développement d'un projet d'irrigation manquent de connaissances (selon des critères purement occidentaux), il devra s'efforcer de développer un climat de dialogue constructif avec les intéressés, et préconiser ou appliquer des méthodes tenant compte du profil des individus en formation.

Nous verrons notamment, dans ce chapitre, que les conseillers agricoles peuvent jouer le rôle de relais majeurs. On peut aussi envisager d'aller bien plus loin que le simple transfert de savoir faire techniques. Nous voulons parler ici d'une véritable prise de conscience collective sur la nature du fonctionnement coopératif, de l'"esprit démocratique" voire du "sens civique". Ces nations peuvent bouleverser profondément la coutume établie. On peut se demander si on ne pénètre pas là le domaine du socio-politique avec des évolutions que la formation classique est incapable de provoquer.

### **Le conseiller agricole : un relais vers l'autogestion**

Les techniciens agricoles nommés "conseillers agricoles" auprès des groupements d'irrigants se voient souvent confier les tâches suivantes:

- suivi technique et administratif des groupements se concrétisant par l'envoi de rapports mensuels ou trimestriels à leurs supérieurs;
- contrôle du bon fonctionnement du groupement: respect des statuts, tenue des comptes;
- conseil technique auprès de la direction du groupement, en principe durant les premières années seulement puisqu'on vise l'autonomisation des groupements;
- formation des agriculteurs, et en particulier des responsables, pour leur permettre de parvenir à l'autogestion.

### **Renforcer la formation ne suffit pas toujours**

Lorsque les groupements ou les périmètres ne fonctionnent pas très bien, la tendance est de renforcer le volet "Formation", en partant du présupposé que les problèmes rencontrés proviennent d'une qualification insuffisante des agriculteurs.

Malheureusement, la formation ne suffit pas à résoudre tous les problèmes. Si l'on prend le cas de la formation à la gestion, si pertinente soit-elle, elle n'amène pas obligatoirement une modification sensible des pratiques d'approvisionnement des comptes d'amortissement du groupement. Il ne suffit pas de "comprendre la nécessité théorique" de la chose, il faut aussi surmonter les contradictions internes (stratégies différentes des familles) et externes au groupement (possibilité de renouveler gratuitement le matériel).

Nous avons décrit, dans les chapitres précédents, les multiples de mauvais fonctionnement des périmètres irrigués. Parmi celles-ci, nous avons vu que beaucoup sont liées à une mauvaise conception initiale, et d'autres, liées à l'environnement régional ou national, sur lesquels les paysans ont peu de prise: mauvaise infrastructure de crédit, de commercialisation, de communications ou de services (entretien).

### **Il faut faire un diagnostic avant d'engager tout programme de formation**

La formation à elle seule ne peut pratiquement jamais résoudre les problèmes d'un périmètre qui fonctionne mal. Il est nécessaire de procéder à un véritable "audit" (diagnostic) du groupement pour reconstituer l'historique du périmètre (quand et comment a-t-il été conçu, quelles difficultés a-t-il rencontrées?) et pour analyser les causes possibles de dysfonctionnement. La plupart du temps, l'absence de connaissances techniques n'est que l'une d'entre elles.

C'est pourquoi le technicien peut avoir deux approches complémentaires: procéder à une "évaluation par fonction" permet de déceler les points de blocage internes au groupement. (On peut se baser sur l'analyse des différentes fonctions, voir chapitre 2). Mais cela ne permet pas de comprendre les causes profondes de ces blocages. Si par exemple la gestion de l'eau est satisfaisante, mais la gestion financière déficiente, que peut-on en conclure? Il faut comprendre pourquoi le groupement ne prend pas en charge la gestion financière comme on le souhaiterait.

Il peut ensuite procéder à une "évaluation des impacts" telle que nous l'avons décrite dans les chapitres 3 (Impact au niveau des agriculteurs), 4 (Impact au niveau du terroir villageois), 5 (Impact sur la société villageoise) et 6 (Analyse économique) afin de mieux comprendre les causes profondes des comportements des agriculteurs sur leur parcelle irriguée et au sein du groupement. Il est évidemment souhaitable, tout comme dans la préparation des projets, d'associer le plus possible les paysans à cette analyse. Les méthodes "d'auto-évaluation" sont pour l'essentiel celles décrites au chapitre précédent.

Selon les résultats de cette évaluation, diverses conclusions s'imposent:

- soit il faut réformer profondément le groupement car il n'est pas fonctionnel dans sa forme actuelle: nécessité de redéfinir les règles de réparation du foncier, par exemple, ou de subdiviser le groupement en petits groupes plus homogènes;
- soit il faut mettre en place des mesures d'appui au niveau régional ou national: soutien des prix, ou mise en place d'une législation adaptée;
- soit il existe un besoin probable de formation, auquel cas il faut l'approfondir pour en définir la nature exacte (voir dans les pages qui suivent la partie intitulée "Comment analyser les besoins de formation?").

### **Le conseiller agricole doit faire remonter l'information vers les autorités**

La solution des problèmes du périmètre ne peut pas toujours être trouvée au sein du groupement uniquement, et des décisions sont à prendre à des niveaux plus élevés de l'administration. Le conseiller agricole doit donc être le médiateur capable de faire remonter l'information et le point de vue des groupements vers les autorités, et

d'informer ces derniers sur les consignes administratives. Il doit jouer le rôle d'"interprète" dans le dialogue indispensable entre le groupement et l'administration.

## Analyser les besoins en formation

Avant d'entrer dans le détail des méthodes et techniques disponibles, il nous semble intéressant de s'arrêter un instant sur la formule synthétique qui suit:

Acquisition de connaissances techniques = formation + motivation.  
Pratique de techniques = connaissances techniques + motivation.  
Motivation = objectifs personnels + désirs de changement.

### L'"ignorance" n'explique pas tous les freins

Trop souvent, dans les projets d'irrigation en place, on postule que: non application des techniques recommandées = ignorance, d'où: formation = application des techniques. On oublie que la non-application des recommandations résulte le plus souvent, non pas d'une incompréhension des aspects techniques par les paysans, mais de leur incapacité à résoudre, seuls, les problèmes divers que leur poserait l'application de ces pratiques.

#### *Premier exemple*

Les villageois de "Z" avaient reçu cinq pompes de marques différentes pour leur périmètre irrigué. Elles leur avaient été offertes ou prêtées successivement par diverses ONG concurrentes dans la région. En mauvais état ou hors d'usage, elles ne pouvaient fournir l'eau nécessaire, ce dont les paysans se plaignaient. Les encadreurs étaient d'accord pour dire qu'il y avait un besoin de formation mécanique pour les pompistes.

Cependant, après une enquête plus approfondie, il apparut qu'une des cinq pompes marchait bien depuis cinq ans et qu'elle avait été "offerte" par l'un des notables (grand commerçant) du village. On peut se demander si le problème s'apparente à un besoin de formation ou plutôt à un manque de motivation pour entretenir des pompes dont on sait qu'elles seront remplacées gratuitement par de nouvelles ONG?

#### *Deuxième exemple*

Un village du Sénégal en était à exploiter son cinquième périmètre irrigué. Les deux premiers étaient hors d'usage, faute d'entretien. Cependant, les villageois avaient réussi à obtenir, à chaque fois, un nouveau périmètre sur des terres nouvelles donc plus fertiles, et ce malgré la dégradation des plus anciens. Le défaut d'entretien provient-il:

- du fait que les paysans n'ont pas compris la nécessité d'entretenir et de curer les canaux chaque année?
- du fait que les premiers aménagements présentaient des défauts de conception (pentes trop importantes, etc.)?

- du fait que les paysans s'accommodaient fort bien d'un système de "périmètre irrigué rotatif", leur permettant de disposer de terres nouvelles tous les deux ans? Ils disposaient en effet d'un terroir suffisamment vaste pour permettre cette pratique.

### *Troisième exemple*

Dans un périmètre du Niger, l'entretien est négligé et les cotisations ne rentrent pas. On constate que deux groupes inconciliables s'affrontent au sein du périmètre. Le défaut de paiement des cotisations est-il dû à une mauvaise compréhension des principes de gestion ou aux antagonismes entre les deux groupes?

### **Comment évaluer les niveaux de connaissance et de compréhension des agriculteurs?**

L'expérience montre que les problèmes de fonctionnement des périmètres sont attribués, à tort, au manque de compréhension des agriculteurs. On espère les résoudre par des formations appropriées, or elles donnent rarement les résultats escomptés. Nous insistons sur le fait qu'avant de lancer un programme de formation, il est indispensable de procéder à une évaluation des besoins réels, grâce à des entretiens individuels avec les paysans. Cela doit se faire dans une langue qu'ils comprennent (on retrouve le problème de la compréhension mutuelle évoquée dans le chapitre 9). Ceci suppose l'élaboration de questionnaires adaptés (ou de modes d'enquêtes et d'observations adaptés).

Il est par exemple inutile de demander à un paysan (81): "Quel est le rôle de la matière organique dans l'entretien de la fertilité des sols?" Par contre, on sera peut-être étonné des réponses qu'il apportera à la question: "Que peut-on faire pour empêcher que le sol ne se "fatigue" lorsqu'on le met en culture chaque année avec des engrains chimiques?" Nous renvoyons le lecteur intéressé par ce sujet au rapport: "Formations rurales: analyse de 41 expériences", Ministère de la Coopération/ Réseau recherche-développement (GRET), novembre 1990.

(81) *À un expert en irrigation qui discutait de répartition des débits en litre/seconde, un paysan répondit: "Je ne veux pas des litres/seconde, je veux de l'eau!" (anecdote citée par L. Horst).*

### **Un exemple d'évaluation des besoins de formation**

*Le CNAPTI (il s'agit du Centre national d'application et de perfectionnement aux techniques d'irrigation, installé à Saint-Louis au Sénégal) a réalisé une intéressante "grille d'évaluation du transfert de responsabilités aux organisations paysannes", destinée aux conseillers agricoles de la SAED au Sénégal. A chacune des "fonctions" que doivent assurer les groupements paysans, correspond une liste des activités "de base" à réaliser par les responsables du groupement. Par exemple, la fonction 4 "matériel agricole" (gestion des batteuses et tracteurs) se décompose ainsi:*

*4-1 Programmation de l'utilisation du matériel agricole*

*4-2 Conduite des engins*

*4-3 Entretien*

*4-4 Réparations*

#### 4-5 Suivi de l'amortissement

#### 4-6 Facturation des prestations

A chaque activité correspond une liste de questions qui permettent de juger l'autonomie du groupement en la matière. Autonomie nulle = les tâches sont entièrement accomplies par des techniciens extérieurs. Autonomie totale = la tâche est entièrement réalisée par les responsables du groupement, sans intervention extérieure. Situation intermédiaire = les paysans réalisent l'essentiel de la tâche mais après une intervention du technicien, ou, à l'inverse, ils décident de faire appel au technicien pour certaines activités seulement. La compétence des responsables paysans est également évaluée le résultat de leurs activités et la fréquence de leur appel à des conseils extérieurs: par exemple, l'activité "conduite des engins" (4-2) est évaluée à l'aide des questions suivantes:

Autonomie:

1. Qui effectue les réglages des engins?
2. Qui effectue les travaux?
3. Qui tient le carnet de bord?
4. Qui paye les conducteurs?
5. Qui les contrôle?

Compétence:

6. Le conducteur effectue-t-il quotidiennement toutes les vérifications nécessaires (niveau huile, eau, batterie, carburant, etc.)?
7. Les engins sont-ils réglés et utilisés conformément aux prescriptions du constructeur (utilisation des leviers de contrôle, de position des outils, etc.)?
8. Les travaux réalisés sont-ils de bonne qualité?
9. Le carnet de bord est-il tenu correctement et à jour?
10. Les conducteurs sont-ils payés suffisamment et régulièrement?
11. Est-il prévu des sanctions contre les conducteurs négligents?

A la suite de cette évaluation, le conseiller agricole peut élaborer un programme de formation des responsables par objectifs tout en analysant la

*répartition des tâches professionnelles à transférer entre les différents responsables paysans, ainsi que la comparaison du profil de poste idéal pour chaque responsable avec son profil de compétence actuel, et détermination d'objectifs de formation pour "combler l'écart". Cette grille offre un bon exemple de méthodologie d'évaluation préalable des besoins de formation. Mais elle part du postulat: "si les paysans ne font pas ce qu'on attend d'eux, c'est parce qu'ils sont insuffisamment formés". Ce postulat n'est pas toujours exact, et il faudrait approfondir l'analyse pour sérier les problèmes. Dans l'exemple étudié, il est possible que les conducteurs ne fassent pas les vérifications nécessaires et règlent mal leurs outils (questions 6 et 7). Mais la cause de cette négligence ne provient pas forcément de leur ignorance. Peut-être est-ce parce qu'ils sont mal contrôlés (questions 5 et 11) et mal payés (question 10). Ou peut-être sont-ils payés à la tâche (par hectare labouré), ce qui les amène à "pousser" le matériel au maximum, au détriment de son entretien et de la qualité du travail. Le fait que personne dans le groupement ne contrôle sérieusement l'entretien du matériel (question 5) peut être dû à un manque de compétence des membres du bureau, et peut-être au fait que, dans le passé, les machines "cassées" ont été remplacées gratuitement. Il en découle que, consciemment ou non, les membres du groupement espèrent que cela va continuer, et ce malgré les dénégations des conseillers agricoles.*

### **Les axes prioritaires de formation pour les nouveaux périmètres**

Dans la phase de préparation, les besoins de formation encore appelés "sensibilisation" sont centrés sur les échanges d'expériences entre agriculteurs, et sur l'établissement d'une bonne compréhension mutuelle entre les techniciens et les paysans. En général, à ce stade, les paysans ne ressentent pas la nécessité d'une formation technique plus spécifique. Pourtant, elle devient nécessaire dès le démarrage de la mise en valeur. Avant de commencer, il est donc utile de distinguer les besoins en formation "indispensables" au démarrage, des besoins moins urgents, qui pourront être comblés progressivement.

L'expérience enseigne qu'il faut prévoir avant tout une formation mécanique pour le ou les futurs pompiste(s). Les exemples de motopompes démarrées à sec (sans huile) et bonnes à remplacer après quelques heures de fonctionnement courrent les périmètres irrigués! Le second point essentiel au démarrage est de disposer d'un système de comptabilité fiable qui puisse être suivi par les conseillers agricoles et présenté à l'ensemble du groupement. Dans un premier temps, il suffit de former le trésorier à la tenue des comptes, tout en déterminant les principes généraux de la gestion avec l'ensemble du bureau.

Après le lancement du périmètre, les paysans prennent normalement conscience de leurs besoins en formation. Ils découvrent la nécessité de comprendre et de contrôler la gestion. Ce qui débouche éventuellement sur une demande d'alphabétisation. Viennent ensuite les domaines des techniques d'irrigation, les techniques agricoles spécifiques des cultures irriguées et les méthodes d'entretien du réseau. Il faudra donc mettre en place des formations de groupe, couvrant ces différents besoins.

### **Utiliser des méthodes et des outils adaptés**

Une fois identifiées les priorités en formation, il reste à choisir des méthodes et des outils pédagogiques adaptés au public visé.

### **S'appuyer sur l'alphabétisation fonctionnelle**

Il est rare, dans un village, qu'absolument personne ne sache lire ou écrire. Il y a souvent un petit groupe de notables traditionnels qui écrivent les caractères arabes, et des jeunes scolarisés en français. On ne peut donc pas dire que l'alphabétisation soit absolument indispensable à la gestion groupement et de son matériel, si le village accepte de la confier aux lettrés. Par contre, ceci risque de renforcer le pouvoir de certains notables et peut engendrer méfiance et sentiment d'injustice chez les analphabètes qui se sentent exclus des décisions.

Le démarrage d'un périmètre irrigué villageois fournit donc une bonne opportunité pour lancer des programmes d'alphabétisation fonctionnelle. Chaque producteur peut être animé du désir de contrôler l'état de son compte (dettes et paiements) et la gestion de l'ensemble du groupement. De plus, l'alphabétisation crée une opportunité pour certains groupes, jusque là peu considérés (les jeunes, les femmes), de développer des compétences nouvelles auxquelles les chefs de familles seront obligés de faire appel.

La formation des irrigants se trouve grandement facilitée lorsqu'elle est intégrée à un programme d'alphabétisation fonctionnelle. Il faut cependant reconnaître que, dans bien des cas, l'alphabétisation n'intéresse qu'une minorité de villageois, et que celle-ci ne comprend pas forcément les responsables de parcelles irriguées. L'alphabétisation apparaît alors plus comme un investissement d'éducation à long terme que comme un moyen immédiat d'améliorer la gestion des périmètres irrigués.

### Aider à maîtriser la "tenue des comptes"

Lorsqu'un besoin de formation spécifique a été identifié par les formateurs, mais également exprimé par les paysans, il faut évidemment trouver les méthodes et outils pédagogiques appropriés pour faire passer les messages liés aux savoir-faire. Cette circulation de messages va dans les deux sens, du formateur aux formés mais aussi dans l'autre sens.

La formation sur la gestion et la "tenue des comptes" est celle qui demande le plus grand effort d'adaptation. Nous disposons en effet d'une "méthode comptable" considérée comme plus ou moins universelle (la comptabilité en double partie) dont les techniques sont codifiées dans de nombreux manuels en français. La méthode la plus simple qui vient à l'esprit pour former les responsables d'un groupement à la comptabilité consiste donc à:

- sélectionner ceux qui écrivent et comptent en français;
- s'ils sont trop peu nombreux, leur apprendre d'abord le français, et le calcul (82);
- leur faire "apprendre" par des cours au tableau, puis des exercices corrigés, la méthode de comptabilité classique;
- leur faire acheter des cahiers de compte en français;
- vérifier périodiquement que les comptes sont bien tenus et établir le bilan à leur place, chaque année; et leur en faire la lecture en le traduisant en langue locale si besoin.

(82) *Calcul en méthode européenne, par opposition aux méthodes de calcul traditionnel enseignées par les marabouts.*

Si l'objectif est que les paysans comprennent réellement leur comptabilité, puissent l'établir et la contrôler eux-mêmes sans appui extérieur, cette méthode n'est pas la meilleure, ni la plus efficace.

De nombreux organismes ont donc tenté de traduire les comptabilités en langues locales et de lier formation comptable et alphabétisation fonctionnelle. La "traduction" en langue locale peut se limiter à une traduction littérale des termes comptables. Pour cela, il faut effectuer des recherches avec les paysans pour trouver le terme ou l'expression qui "rendra" le mieux le mot français. Par exemple, Compte d'exploitation dans la méthode GRDR ci-dessous a été traduit par "Golinan xalisi'n su" en soninké (au sens littéral: "tout le travail de l'argent").

On peut aller plus loin dans cette notion de "traduction". Si l'on analyse bien la "pratique" locale des comptes, on risque d'être surpris de constater que les commerçants enregistrent leurs comptes avec précision... en chiffres arabes. Dès lors, peut-être vaut-il mieux adopter cette pratique plutôt que d'en introduire une autre? De même, dès qu'on établit les comptes en langue locale, on est surpris de constater que les paysans utilisent parfois des unités de comptes spéciales. Par exemple, les Soninkés comptent en "gode" et traduisent 1000 F = 200 gode ou plus exactement mille francs = kamo filli gode.

### **Méthodes pédagogiques adaptées: l'exemple du module "Initiation à la gestion et aux enregistrements comptables" du GRDR**

*Prenons l'exemple du module "Initiation à la gestion et aux enregistrements comptables" produit par le GRDR au terme de plusieurs années de recherche pédagogique, auprès des migrants en France et sur le terrain (périmètres villageois). Il se présente ainsi:*

- un guide du formateur;
- un ensemble de figurines pour tableau de feutre;
- un cahier d'exercices pour le stagiaire;
- un cahier d'exercices corrigés.

*Il est conçu pour une utilisation répartie sur huit séances de deux heures chacune (cela peut être modifié par le formateur, selon les besoins et le rythme des stagiaires). Les deux premières séances (sensibilisation) doivent toucher le public le plus large possible (le futur groupement), alphabétisé ou non. L'objectif est de faire prendre conscience au groupe de la nécessité (ou du moins de l'intérêt) des "écritures" comptables.*

*Les séances suivantes s'adressent davantage aux personnes alphabétisées (ou en cours d'alphabétisation) qui auront un rôle dans la gestion du groupement.*

*Cependant, il n'est pas inutile d'inclure également dans ce groupe (en observateurs-conseillers) les responsables traditionnels du groupe, afin d'éviter une cassure sociale trop grande. Ils vérifient, par ailleurs, l'efficacité des méthodes d'enregistrement proposées (car ils ont souvent une bonne mémoire qui leur permet de vérifier les enregistrements écrits). Pour chaque séance, on prévoit un "scénario" décrivant l'activité du groupement d'irrigants pendant une période donnée (une campagne en général). Ce scénario est illustré par la manipulation des figurines au tableau de feutre (par l'animateur, mais aussi par les stagiaires). L'utilisation de figurines offre le grand avantage d'être un moyen de communication facile à comprendre, à condition d'avoir fait un effort d'adaptation graphique. (83)*

*Au cours de la première séance, on demande simplement aux stagiaires de décrire le fonctionnement "normal" d'un groupement durant une campagne et l'on illustre les réponses à l'aide des figurines correspondantes. On insiste particulièrement sur les échanges de biens et d'argent. On simule quelques opérations complexes (crédit d'intrants fournis aux membres selon leurs besoins). Lors de la deuxième séance, qui a lieu une semaine plus tard, on demande aux participants de reconstituer les comptes et en particulier les dettes des membres. On fait alors constater que c'est très difficile à faire sans documents écrits. Si le groupe tombe d'accord, on peut alors entamer la phase "utilisation et interprétation" des cahiers de comptabilité. Les mouvements de biens et d'argent continuent à être représentés au tableau mais chaque stagiaire nommé "responsable" par le groupe doit tenir ses enregistrements. d'abord avec l'aide du formateur, puis par lui-même.*

*Une fois le "jeu" bien compris, il est facile de l'utiliser pour une initiation à la gestion, en simulant plusieurs exercices successifs et en faisant intervenir des événements naturels non prévus par les stagiaires (usure du matériel, accidents climatiques, mauvais remboursements, baisse des prix).*

*(83) Voir à ce sujet les travaux remarquables du GRAAP "Pour une pédagogie de l'auto-promotion paysanne" - B.P. 785 - Bobo Dioulasso - Burkina Faso.*

Ce module peut donc être utilisé comme outil d'une pédagogie relativement directive (apprendre à remplir des cahiers selon les instructions) mais également comme un véritable outil de réflexion pour le groupe. Le formateur doit savoir s'effacer tout en favorisant l'expression de nouvelles questions.

Pour adapter réellement la comptabilité au contexte local, il faut parfois aller plus loin et abandonner, si nécessaire, la présentation classique des documents comptables (documents simplifiés). En général, les trésoriers préfèrent garder plusieurs cahiers séparés (le cahier de caisse, le cahier de stock, etc.), plutôt qu'un grand journal. Il n'y a pas de règle fixe dans ce domaine et l'adaptation progressive des documents et procédures comptables, dans une région donnée, ne peut être menée que par un dialogue continu avec les utilisateurs.

### **Doser la formation mécanique**

Les formations indispensables pour les futurs pompistes sont en général, données au cours de stages pratiques où sont montrées les principales opérations d'entretien et la tenue du "carnet de bord". Les conséquences d'un mauvais entretien peuvent être expliquées oralement et "démontrées" par la présentation de diverses pièces ayant subi une usure anormale. Il est d'ailleurs utile d'associer les autres responsables du groupement à cette étape de la sensibilisation, car ce sont souvent eux qui tiennent "les cordons de la bourse" et qui limitent les possibilités d'entretien.

Cela fournit l'occasion de discuter avec le pompiste de ses droits et devoirs, car il est trop souvent considéré au démarrage des périmètres comme un "tâcheron" de peu d'importance, recruté dans la caste "inférieure" des forgerons. Il faut que le pompiste soit intéressé psychologiquement et matériellement au bon entretien de la machine qu'on lui confie, qu'il puisse refuser de la mettre en marche si son entretien est mal assuré ou que les conditions risquent de l'endommager. D'un autre côté, ceci implique de disposer d'un remplaçant formé lui aussi.

Tous les projets qui ont prévu un programme de formation des pompistes insistent sur un point: il faut éviter de trop approfondir leur formation mécanique. Le risque est en effet de les inciter à tenter des réparations superflues et mal venues, surtout sur les moteurs diesel. Ils doivent limiter leurs interventions à la purge éventuelle du circuit de gas-oil: pour les moteurs essence, qu'ils s'en tiennent au nettoyage de la bougie et des gicleurs (s'ils sont accessibles facilement). Par ailleurs, des pompistes trop bien formés risquent de quitter rapidement le groupement pour aller chercher un emploi en ville ou auprès de grandes entreprises. C'est ce qui s'est produit dans le delta du Sénégal, en 1984-86, à la suite d'une formation organisée par l'Amicale du Walo avec l'appui de l'AFVP.

Pour le reste, un mécanicien compétent est indispensable dans chaque région (pour une cinquantaine de pompes?) mais un mécanicien compétent ne se forme pas en six mois ou un an (voir l'exemple de la Fédération de Bakel).

De toutes façons, il faut prévoir un mode adéquat de rémunération et de contrôle de ce mécanicien; le métier doit pouvoir être mieux valorisé.

### **Transférer des techniques agricoles**

Nous l'avons déjà dit mais c'est important! Les mauvais rendements ou la non-application des thémes techniques par les agriculteurs proviennent plus souvent de facteurs externes (concurrence avec les autres activités agricoles, non maîtrise l'eau) que d'un manque de connaissances techniques des paysans. Il n'est pas pour autant inutile de prévoir un appui technique adapté, en particulier s'il s'agit de productions nouvelles pour les paysans et si la maîtrise de l'eau est récente. Il faut éviter d'appliquer un programme de formation à tout prix, sur la simple base des observations au champ. Là encore, le CNAPTI propose une méthodologie intéressante d'analyse des besoins de formation technique qui se rapproche des pratiques des CETA en France: l'analyse des pratiques paysannes à partir du "compte d'exploitation de parcelles". Par rapport à une parcelle donnée, le paysan suit une certaine logique qu'il importe de comprendre grâce à un suivi détaillé des opérations culturales. On peut ensuite s'entretenir avec lui afin de préciser quelles techniques pourraient améliorer ses résultats, en fonction de ses activités et de ses objectifs. La comparaison (en groupe ou individuellement) de diverses parcelles situées dans un même aménagement (et dont il faut espérer qu'elles ont, grossso modo, des fertilités et des niveaux de maîtrise de l'eau comparables) peut être de ce point de vue très instructive elle aussi. (Voir le tableau de la page suivante.)

La différence technique essentielle entre les deux cas est la suivante: Abdou, célibataire, fait largement appel à de la main-d'oeuvre salariée, ce qui lui permet de réaliser les opérations plus rapidement et à temps (désherbage, application d'engrais, repiquage). Oumar G., lui, est père de famille nombreuse et a recours à la main-d'oeuvre familiale plus importante mais probablement moins efficiente (enfants) et apparemment plus difficile à mobiliser "à temps". Il utilise également un peu moins d'engrais. Lorsqu'on compare leurs comptes d'exploitation de parcelle, les résultats sont les suivants (à l'ha):

	<b>Travail</b>	<b>Charges monétaires</b>	<b>Produit brut net</b>	<b>Produit net</b>	<b>Charges/ produit</b>	<b>Produit / j de travail</b>
Abdou O	324	91600	625500	533900	15 %	1648 F
Oumar G.	506,5	74600	503200	428600	15 %	844 F

#### **COMPARAISON DES PARCELLES DE DEUX AGRICULTEURS DU PÉRIMÈTRE IRRIGUÉ VILLAGEOIS DE MATAM 6 (40 ares de riz jaya repiqué)**

	<b>ABDOU O.</b>			<b>OUMAR G.</b>		
	<b>date*</b>	<b>intrants kg/ ha</b>	<b>jours de travail/ ha</b>	<b>date*</b>	<b>intrants kg/ ha</b>	<b>jours de travail/ ha</b>
Préparation du sol	-40	-	15	- 40	-	29
Semis pépinière	-15	35	0,5	-25	37	0,5
Repiquage	0	-	120	0 à + 8	-	224
Première irrigation	+ 5	-	2,5	+ 11	-	2
Engrais 10-48-0	+ 5	125	0,5	+ 11	113	0,5
Désherbage	+ 20	-	27,5	-	-	-
Une irrigation	+28	156	0,5	+59	113	0,5
Deuxième irrigation	+ 50	-	2,5	+ 59	113	0,5

Intrants	+ 50	156	0,5	-	-	-
Désherbage	-	-	-	+ 73	-	39
Troisième irrigation	+ 61	-	2,5	+ 76	-	(2)
Quatrième irrigation	+ 79	-	2,5	-	-	-
Deuxième année	-	-	-	+ 78	113	0,5
Quatrième irrigation	-	-	-	+ 86	-	2
Cinquième irrigation	+ 97	-	2,5	+ 98	-	1
Maturité	+ 106	-	+ 104	-	-	-
Récolte	+ 116	-	67	+ 114	-	116
Battage	-	-	80	-	-	89
Total	-	-	324 j	-	-	506,5 j
Rendement	-	7360 kg	-	-	5920 kg	-

\* Jours par rapport au repiquage.

Les charges supplémentaires payées par Abdou ont été très utiles (productives) puisque son revenu a augmenté en proportion. Son revenu par jour de travail est donc beaucoup plus élevé que celui d'Oumar. Il est intéressant de présenter ces résultats aux intéressés et de voir avec Oumar s'il n'aurait pas intérêt à utiliser, lui aussi, de la main-d'œuvre salariée aux moments cruciaux, tout en augmentant sa consommation d'engrais.

Il s'agit là d'une méthode utile pour provoquer un débat technique entre paysans, et avec leur conseiller agricole, mais il serait exagéré d'imaginer qu'elle peut servir de base à un conseil technique directif personnalisé, si n'existe pas cette phase de concertation indispensable.

## La

Nous voudrions faire une place à part à ce sujet qui pose de nombreux problèmes. La question de départ est simple: lorsqu'on constate qu'un groupe ne fonctionne pas correctement (conflits, absence de décisions ou décisions aberrantes, membres non satisfaits ou se considérant comme extérieurs à l'organisation), n'est-il pas possible d'améliorer le fonctionnement du groupe en organisant une formation spécifique, visant à faire connaître à tous les règles de fonctionnement normales d'un groupement ou d'une coopérative, les droits et devoirs des adhérents par rapport à leur organisation, les procédures démocratiques de désignation et de contrôle des responsables, etc. (voir l'exemple de la page suivante: "Le projet de sensibilisation autour des barrages").

Il est bien difficile de se prononcer sur les chances de succès d'une telle formation qui tient plutôt de la sensibilisation collective. Lorsqu'il ne s'agit que de faire assimiler certaines connaissances d'ordre légal à une majorité de membres motivés, pour améliorer le fonctionnement démocratique de leur organisation, c'est un exercice relativement simple. Il peut être rapidement couronné de succès, si le groupement bénéficie par la suite d'un suivi impartial par un représentant qualifié de l'administration ou de la justice.

Par contre, lorsqu'il s'agit de modifier les comportements "de base" de paysans (c'est ce que M. Diemer appelle les styles organisationnels) qui ne sont pas habitués à s'organiser et à désigner leurs représentants démocratiquement à l'occidentale, on s'attaque à quelque chose de beaucoup plus profondément lié à la culture et à la tradition populaire. On pourrait parler ici plus d'un processus d'éducation civique et politique que d'une formation proprement dite. Il s'agit en tout cas de quelque chose de beaucoup plus long et qui doit, pour être efficace, toucher la société dans son ensemble.

Nous avons souligné précédemment qu'il fallait s'appuyer sur les groupes "les plus fonctionnels" pour l'organisation de l'irrigation. Dans la plupart des cas, ce sont des groupes traditionnels qui ne fonctionnent pas selon le modèle démocratique occidental. Cela ne les empêche pas d'avoir leurs propres règles et régulations internes et de fonctionner dans le sens de l'intérêt général (voir l'exemple du fonctionnement interne des groupements villageois *haalpulaar*, p 128).

Par ailleurs, ils ne sont pas figés et peuvent évoluer afin de s'adapter mieux à leurs nouvelles activités. La formation des adhérents, en particulier au niveau de la compréhension des comptes (alphabétisation fonctionnelle), peut jouer un rôle très utile pour appuyer cette évolution.

Si, pour des raisons matérielles (impossibilité de constituer des groupes homogènes sur un site donné) ou socio-politiques (politique nationale...), on ne peut pas s'appuyer sur ces groupes traditionnels, le recours à un processus "d'éducation coopérative" de longue haleine est indispensable. Il faut alors savoir qu'on devra peut-être attendre "une génération" avant d'aboutir. Très souvent, seuls les jeunes scolarisés seront à même de prendre en main les nouvelles organisations coopératives.

### **"Le projet de sensibilisation autour des barrages", au Burkina Faso.**

*Dans les années 60 ont été construits, au Burkina Faso, un grand nombre de petits et moyens périmètres sous barrage (distribution gravitaire). L'idée de départ était qu'avec une formation technique appropriée (vulgarisation), les paysans, compte tenu du bénéfice objectif qu'ils pouvaient en tirer, sauraient s'organiser pour gérer les aménagements.*

*Les barrages ont été construits sans faire appel à la participation des paysans concernés et les terres distribuées par les autorités administratives. En ont bénéficié des paysans de plusieurs villages différents, parfois éloignés. Les groupes constitués ainsi étaient incapables de s'organiser spontanément, compte tenu notamment des nombreux conflits internes qui les paralysaient (conflits fonciers, entre familles, entre "groupes classiques"). Ce qui entraîna la dégradation continue des périmètres, la baisse des rendements, le non-paiement des redevances (pourtant modestes) et le non-respect du règlement (exploitation en faire-valoir indirect par des commerçants ou des fonctionnaires). Malgré la présence permanente "d'encadreurs" et même de directeurs de périmètres employés par l'administration burkinabé, rien n'y faisait. C'est pour redresser la situation que fut créé, en 1981, le projet "Sensibilisation-formation des paysans autour des barrages" (84). Son objectif était d'organiser, à travers une formation adaptée et un suivi de longue durée, des structures coopératives pleinement responsables de la gestion et de l'entretien des périmètres irrigués, et d'augmenter les rendements, donc la production globale des périmètres.*

(84) Voir l'article "Les pouvoirs traditionnels en question" d'après J. Thiombano et G. Gielen dans la lettre du Réseau Recherche-Développement sur les périmètres irrigués (juin 1991).

*Les postulats du projet:*

1) L'approche et la formation doivent être "participatives" et décentralisées. Ce qui veut dire associer les paysans au diagnostic et à la formation dans un dialogue permanent avec les techniciens pour obtenir des résultats durables. Par conséquent, il ne saurait être question de programme de formation rigide fixé d'en haut. Les actions de formation-suivi doivent être adaptées à chaque situation, à chaque groupe, en fonction de son propre rythme.

2) Le diagnostic et le suivi doivent être pluridisciplinaires. C'est-à-dire que les problèmes du périmètre doivent être analysés sous tous les angles: agricoles, hydrauliques, économiques, sociaux, etc. Cela suppose la collaboration de plusieurs techniciens ou spécialistes des différentes disciplines.

3) Le suivi doit être de longue durée. En effet, la mise en place des nouvelles formes d'organisation coopérative ne peut se faire du jour au lendemain. Elle suppose une modification profonde des comportements des paysans.

*La démarche type utilisée dans les périmètres anciens du Burkina Faso est la suivante:*

0) L'étude agro-socio-économique préalable (pluridisciplinaire) se fait plutôt à l'échelon de la région que de l'aménagement proprement dit.

1) Un diagnostic participatif vise à associer à cette réflexion le plus grand nombre possible d'attributaires, sur un temps court. Tout d'abord, le groupe établit la liste des problèmes principaux auxquels il est confronté, puis essaie de remonter à leurs "causes fondamentales". On peut alors en venir aux solutions possibles dans le domaine de la formation, mais aussi aux mesures d'accompagnement nécessaires. Ces discussions peuvent être stimulées par l'organisation de réunions, la présentation de montages audio-visuels, des visites en groupe sur le terrain, l'utilisation de figurines ("flanellogrammes"). Prenons un exemple:

*Première réunion:*

*Les paysans se plaignent de "ne pas recevoir assez d'eau" (problème ressenti).*

*"Visite de terrain: Les infrastructures sont dégradées, il n'y a pas de tour d'eau. Sur place le problème est mieux défini: certains paysans ne reçoivent pas assez d'eau. alors que d'autres se servent largement. Le débit en tête du réseau est suffisant (puisque il l'était lors de la mise en service du périmètre, il n'a pas changé), mais le mauvais entretien du réseau et l'absence d'organisation du tour d'eau expliquent l'insuffisance de l'eau à la parcelle.*

*Deuxième réunion:*

*Comment résoudre le problème?*

- En réparant le réseau (demande d'appui du projet) et en recherchant comment éviter qu'il se dégrade à nouveau dans le futur.

- En l'entretenant correctement, de façon permanente. Il faut décider alors qui est responsable, quels sont les moyens nécessaires? Pourquoi s'est-il dégradé dans le passé? Etc.

- En recherchant simultanément des solutions aux difficultés existantes, on favorise une auto-analyse des problèmes qui débouche sur une prise de conscience des carences et une demande en formation.

Le moment est alors venu d'enclencher la phase suivante, celle de la formation proprement dite, autour des thèmes techniques prioritaires identifiés. Cette formation est organisée en "modules", utilisant divers outils (séries de diapositives, films vidéo, démonstrations aux champs, visites entre groupements). Certaines formations sont destinées à un public aussi large que possible (amélioration des techniques rizicoles par exemple). D'autres sont réservées, dans un premier temps, à des groupes restreints désignés par le groupement (gestion financière et tenue des cahiers comptables, principalement pour le Bureau du groupement).

Il est très utile de prévoir simultanément un programme d'alphabétisation fonctionnelle (initiation à l'écriture et au calcul) afin d'élargir l'éventail des membres capables d'assurer la direction et la gestion du groupement (postes de trésorier et président en particulier). Dans le cas contraire, les postes à responsabilités sont automatiquement occupés par une poignée de notables alphabétisés (des commerçants le plus souvent), ce qui rend très difficile le contrôle de leur gestion par les autres membres. Dans les cas extrêmes, les paysans sont obligés de confier leurs comptes à des agents extérieurs (directeur du périmètre), ce qui ne favorise guère la confiance et la prise en main de leurs propres affaires. L'alphabétisation fonctionnelle apparaît donc comme un moyen de donner du pouvoir (de "légitimer") à des jeunes plus "dynamiques" que les notables traditionnels. Il est rare en effet (dans la zone du projet du moins) que les chefs de famille participent sérieusement à l'alphabétisation (problèmes de prestige, de temps disponible, de faculté d'apprentissage après un certain âge?). Celle-ci intéresse plutôt les jeunes et parfois les femmes. Dans le même temps, les agents du projet sensibilisation réalisent un appui et un suivi permanents aux structures coopératives: appui à la mise en place des statuts, des règlements intérieurs, du système comptable, du suivi-contrôle de la gestion financière, de la tenue des assemblées générales.

Ce type de fonctionnement donne des résultats variables, selon les cas. Le projet ne peut résoudre "à lui seul" les problèmes aigus qui se posent, en particulier dans certains périmètres anciens de taille moyenne, du type de Mogtedo. Là, de toute évidence, une intervention "politique" énergique et concertée serait nécessaire pour débloquer une situation où certains ont tout bonnement installé des petites féodalités locales. En revanche, il a réussi à améliorer de manière impressionnante le fonctionnement de certains périmètres moyens, en particulier ceux situés autour de la capitale. Sur le "PK25" par exemple, après cinq ans d'intervention, on constate que:

- les "vieux" ont décidé de remettre la gestion du périmètre aux mains des "jeunes" qui ont bénéficié de l'alphabétisation fonctionnelle. Les jeunes sont entrés en force dans le Bureau du groupement et assument les fonctions essentielles;

- l'entretien du réseau est assuré par les paysans, regroupés par tertiaires;

- un système de crédit a pu être remis en place, sur la base d'un crédit accordé par le Projet sensibilisation. Il a pu être remboursé par le groupement en deux ans;

- les redevances (15000 Fcfa/ha) sont effectivement perçues et le groupement avait accumulé 3 MF en caisse en 1989. Un petit champ collectif d'un hectare permet actuellement d'accroître le revenu du groupement;

- les producteurs, dans l'ensemble satisfaits du nouveau tour d'eau qu'ils ont organisé, obtiennent des rendements jugés suffisants en riz, et encore plus en maraîchage de contre saison. Il faut dire que le périmètre s'est spécialisé dans la production de choux vendus sur place ou

*directement à Ouagadougou (à 25 km). Cette activité de négoce s'avère très rémunératrice, du moins quand les problèmes parasites sont résolus.*

Malgré ces succès incontestables, l'intérêt de la démarche suivie et des outils pédagogiques mis au point, on peut cependant se poser quelques questions:

- Pendant combien de temps l'appui (en formation) et le suivi restera-t-il nécessaire? Cela n'engendre-t-il pas des coûts de structure élevés par rapport au bénéfice obtenu?
- La création de nouvelles formes d'organisation coopératives qui "bousculent" les structures traditionnelles, sur le plan socio-politique, mais également sur le plan culturel est-elle possible à partir de la formation des adultes? (85) Quelle leçon tirer du fait que les succès les plus évidents, en matière de périmètres irrigués, se situent toujours en zone péri-urbaine? Ne s'agit-il pas des lieux où précisément la modification des mentalités, par le truchement des jeunes, s'accompagne d'un processus d'acculturation?

(85) Ces questions se posent d'ailleurs de manière plus générale à toutes les démarches dites participatives et d'auto-promotion paysanne, dès lors qu'elles font l'impasse sur les contradictions sociales internes des groupes paysans (des "villages" dans le cas le plus courant; voir plus haut nos remarques sur certaines méthodes participatives).

## Annexes

### Présélection des sites aménageables, choix des sites

#### Étude du site

En dehors des questions traitées en première partie de ce livre (quels sont les ayants-droit sur les parcelles concernées, les rapports avec les troupeaux, les cultures traditionnelles...), l'étude technique d'un site doit tenir compte:

- De la distance du site au(x) village(s) ou aux habitations des futurs exploitants. Un site trop éloigné implique souvent:

- une augmentation des temps de trajet et une diminution de la productivité du travail;
- une non participation des femmes (chargées de la cuisine);
- des difficultés du parage du bétail et une perte de fumure.

Si le site est trop proche, cela risque de conduire à des problèmes sanitaires; une distance d'au moins 500 m permettra de les limiter.

- De la présence d'un point d'eau permanent, dont on examinera:

- la perennité;
- les périodes d'assèchement habituelles et exceptionnelles;
- le débit maximum;
- les périodes d'assèchement;
- la qualité (salinité);
- la distance avec la zone irrigable.

- Des zones de passage des eaux de ruissellement en cas de fortes pluies. Si de telles zones existent, il sera nécessaire de protéger le périmètre avec des digues et des drains de ceinture; de tels équipements augmenteront le coût de l'aménagement.

- Du relief général de la parcelle retenue. Il faut éviter:

- les pentes fortes supérieures à 2% car l'irrigation gravitaire de surface sera difficile;
- les reliefs irréguliers (bosses et creux) car ils nécessiteront un planage coûteux, qui pourra avoir des répercussions négatives sur les sols.

- Des contrepentes: c'est le cas lorsque deux zones hautes sont séparées par une petite "vallée". L'irrigation gravitaire est alors très difficile dans la deuxième zone.

- Du point le plus élevé de la parcelle à irriguer: c'est de ce point que repart en général le réseau gravitaire. S'il est trop haut, il faudra une grande longueur de tuyaux ou de canaux portés pour y conduire l'eau, d'où un surcoût important.

- Des zones basses inondables en périodes de fortes pluies ou de crues. Il faut exclure ces zones, ou prévoir des travaux d'endiguement et de drainage coûteux, du moins pour les cultures irriguées d'hivernage (1). Les petites cuvettes naturelles (points bas) situées dans le périmètre seront drainées car elles risquent de constituer des zones insalubres.

(1) *Mais ces zones peuvent être intéressantes pour les cultures de saison (réserves dans le sol).*

## **Méthodes simples de relevé topographique**

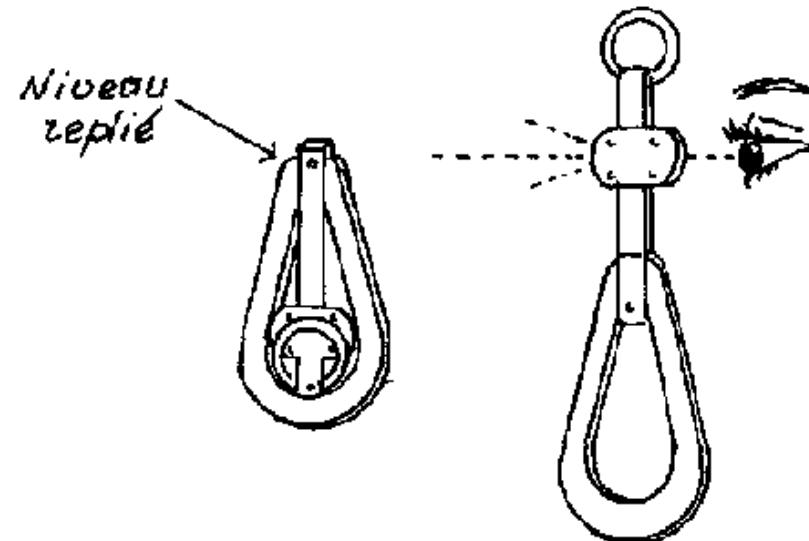
La présélection permet de délimiter les surfaces irrigables. Afin de déterminer approximativement les travaux à prévoir, il faut procéder à un relevé topographique rapide du site.

De nombreux instruments servent à effectuer des relevés topographiques: nivelettes, niveau de maçon posé sur un cadre, niveau à eau en tube flexible, niveau-lyre (ou

clisimètre), niveau à lunette (2).

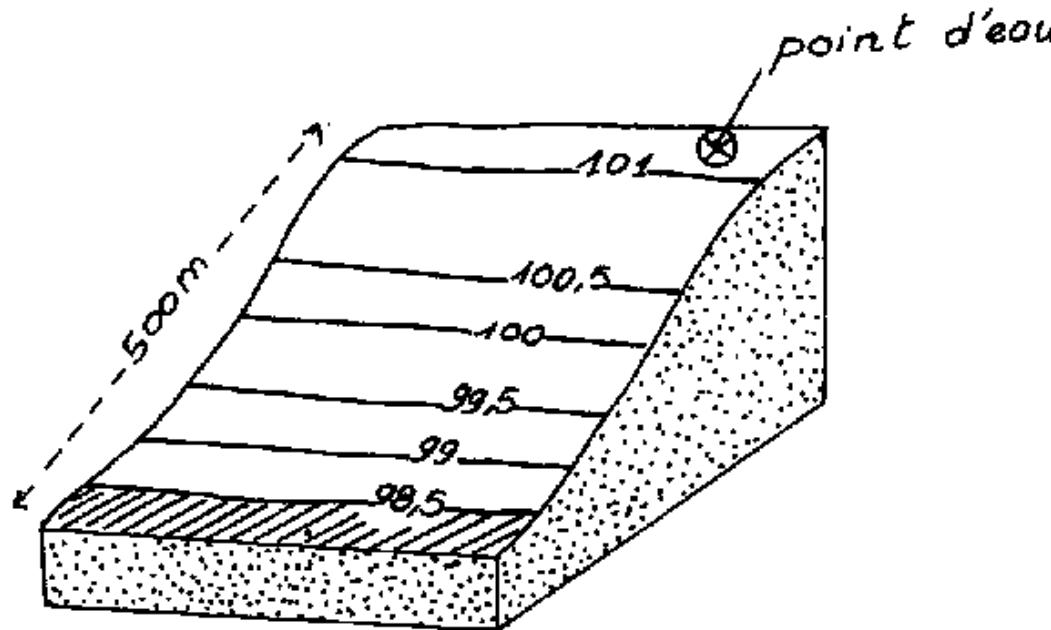
(2) Consulter le manuel n°2 de la FAO "Topographie pratique élémentaire", 1987.

Les relevés peuvent être effectués tous les 200 m, le long des axes principaux, des thalwegs et des dépressions.

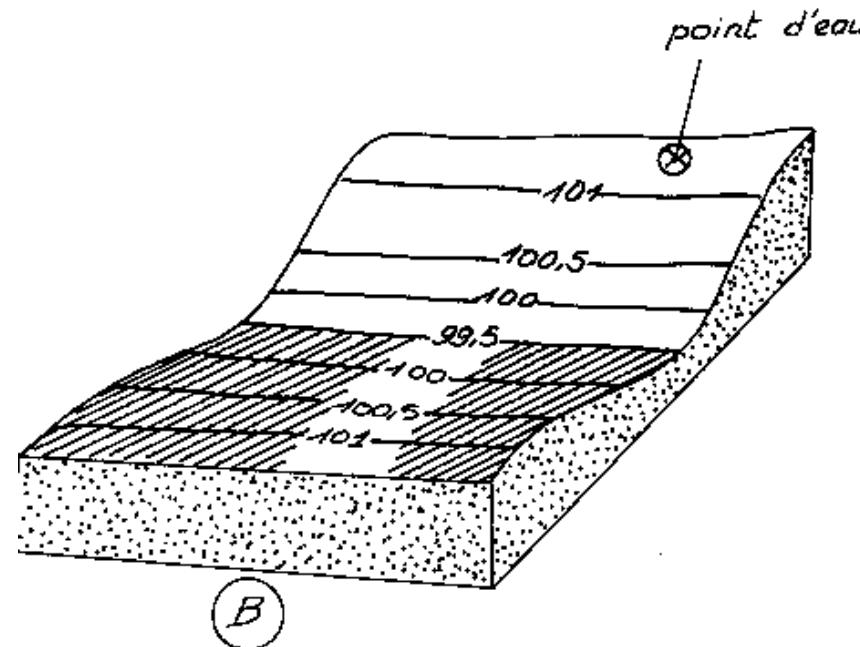


Niveau-Lyre

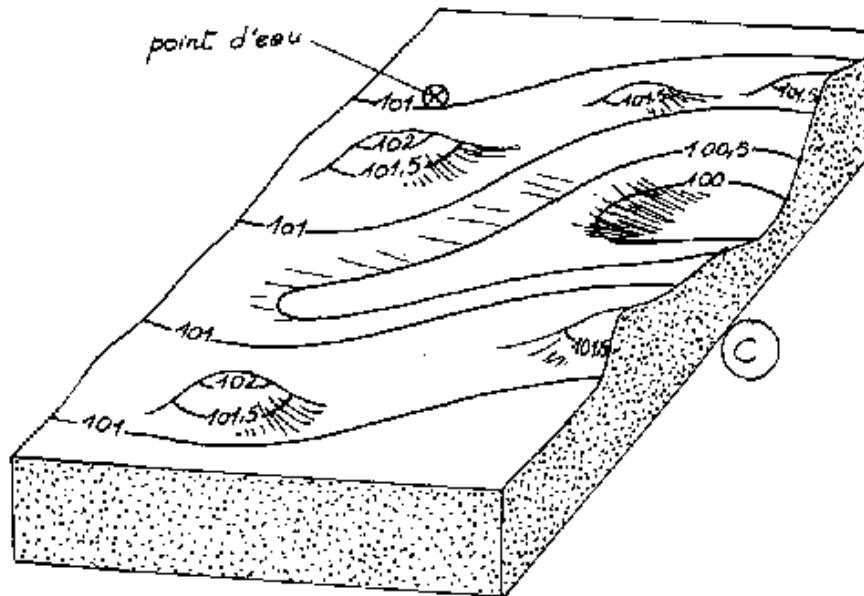
Voici quelques exemples de plans topographiques montrant les défauts de sites pré-selectionnés:



A) Site topographiquement "parfait": le point d'eau est situé au plus haut, la pente régulière est d'environ 0,5 % (2,5 m sur 500 m). Mais les grandes inondations atteignent la cote 98,50 m; la zone hachurée n'est donc pas irrigable sans digue de protection.



B) Terrain difficilement irrigable sans planage (creux et bosses)



C) Contre-pente empêchant l'irrigation gravitaire de la zone nord (en hachures)

### Aptitude des sols à l'irrigation

L'aptitude des sols à l'irrigation dépend de plusieurs facteurs:

- la profondeur et capacité de rétention (quantité d'eau retenue disponible pour les plantes après l'arrêt des pluies ou de l'irrigation);
- la perméabilité ou vitesse d'infiltration (3): une perméabilité élevée facilite l'aspersion ou l'arrosage à la raie, mais constitue par contre un facteur de gaspillage d'eau (pour le riz notamment);
- la fertilité organo-minérale: si les sols sont très pauvres en matière organique et en sels minéraux, il sera nécessaire d'apporter une fumure de fond coûteuse;
- la sensibilité à l'érosion: les sols résistant mal à l'érosion (limons sableux en particulier) sont difficiles à irriguer, et on risque de rencontrer des problèmes de résistance des canaux à l'érosion.

(3) C'est le facteur le plus important: si on cultive sur des sols trop perméables, l'augmentation des consommations en eau peut tripler (pour des résultats médiocres) et causer, par des infiltrations profondes, une remontée de la nappe phréatique, ce qui provoque en quelques années un excès d'eau ainsi que des problèmes de salinisation. Il faut alors prévoir un réseau de drainage important et très coûteux.

Il est difficile de mesurer tous ces paramètres en laboratoire. Il est donc très important de collaborer avec des agriculteurs locaux expérimentés, qui donneront des indications précieuses. Les appellations traditionnelles des sols sont souvent d'une grande utilité dans ce domaine.

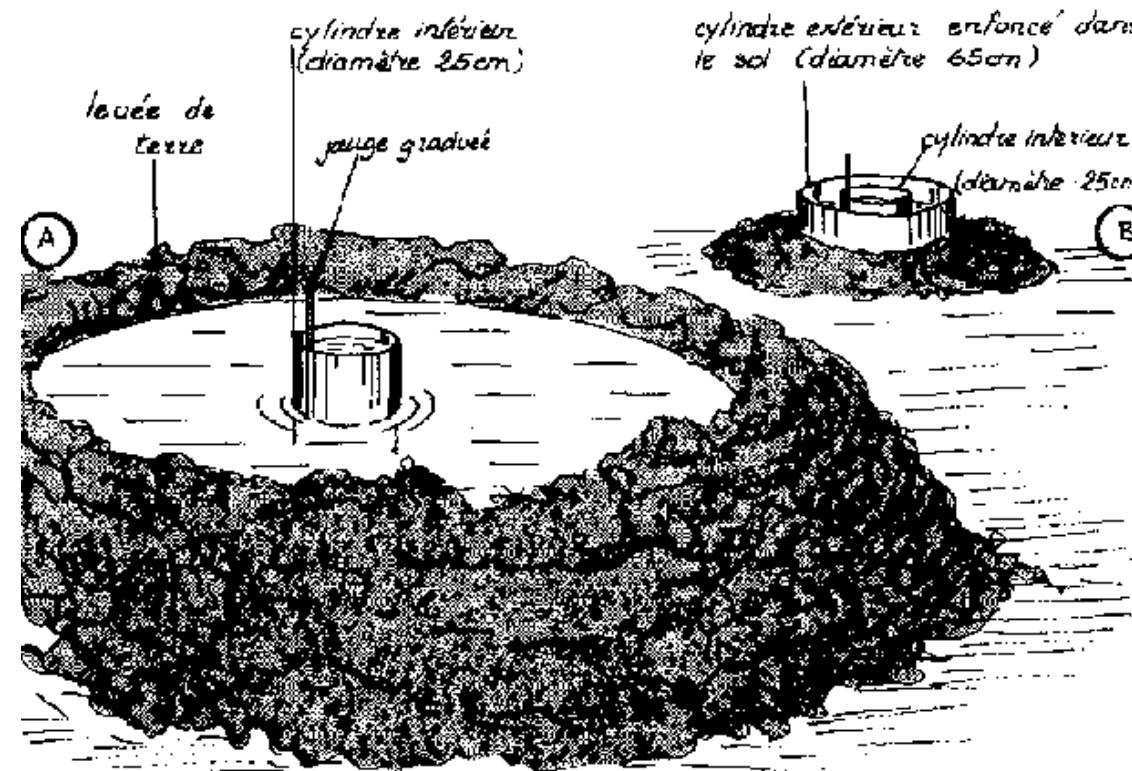
### **Comment estimer rapidement la perméabilité d'un sol?**

La "méthode de Muntz" (méthode du double anneau) consiste à saturer un sol en eau autour du dispositif de mesure (anneau central), puis à mesurer à intervalles réguliers la vitesse d'infiltration de l'eau versée dans le cylindre central. L'infiltration se traduit par une baisse de niveau.

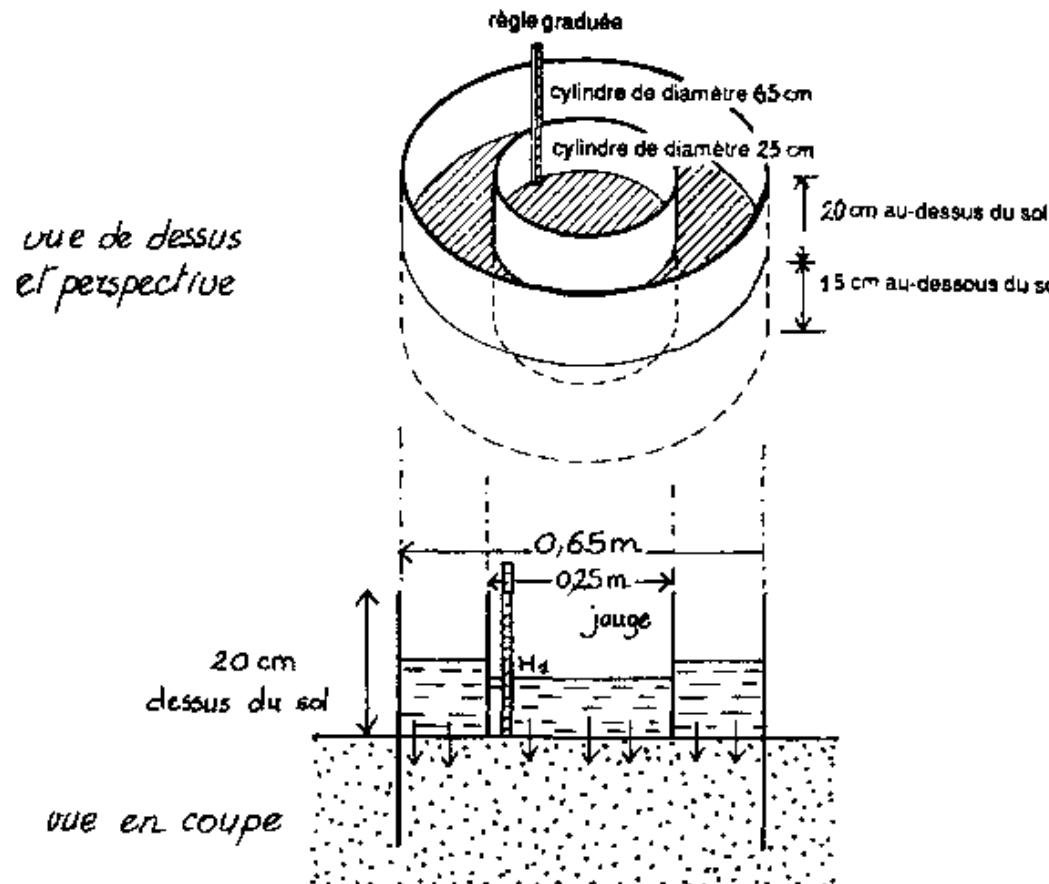
L'anneau périphérique permet d'éviter les erreurs par excès dues à une infiltration latérale. Les mesures se font dans l'anneau intérieur. La vitesse d'infiltration est plus grande au début de l'essai: lorsque le sol est sec, il "boit" l'eau plus rapidement. La vitesse diminue progressivement et se stabilise autour d'une valeur caractéristique du sol concerné, qui mesure précisément sa perméabilité.

Il n'est pas toujours facile de disposer du matériel standard pour mettre en oeuvre cette méthode. Aussi proposons-nous la méthode simplifiée suivante (suggérée par P. Bertrand, de l'IRAT):

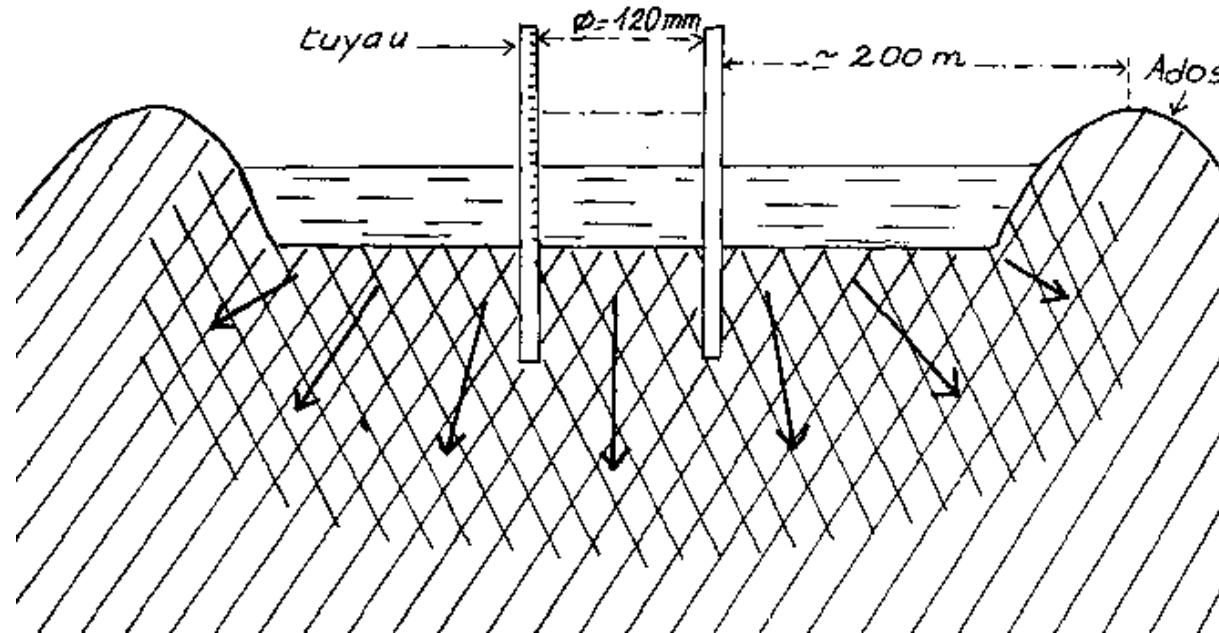
Couper un cylindre de 20 cm de long environ dans un tuyau en plastique de 10 ou 12 cm de diamètre; le graduer tous les centimètres puis l'enfoncer dans le sol et constituer un petit ados circulaire en terre formant un anneau de garde de 50 cm de diamètre environ.



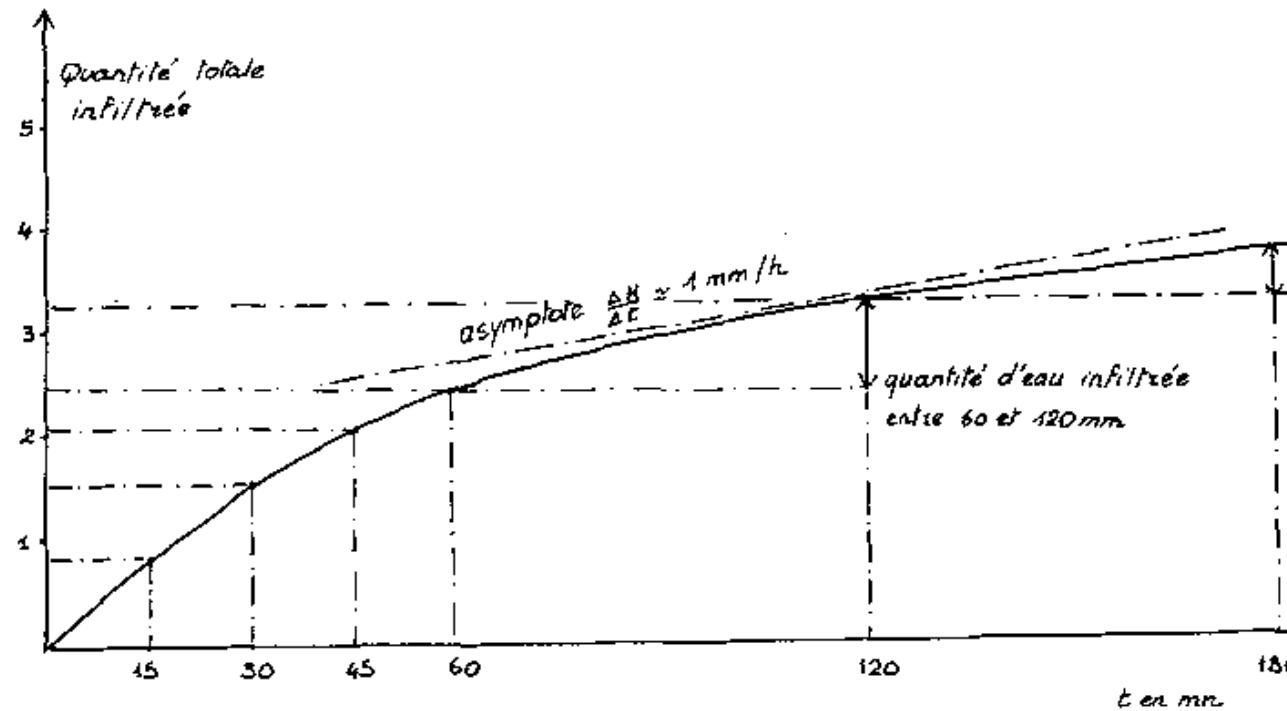
A) Infiltromètre à un cylindre entouré d'une levée de terre.



B) Infiltromètre à deux cylindres.

*Mesure de la baisse de niveau*

Dispositif simplifié



Graphique de l'infiltration

Remplir le cylindre avec environ 5 cm d'eau, puis mesurer la baisse du niveau de l'eau toutes les cinq minutes pendant le premier quart d'heure, tous les quarts d'heure pendant l'heure suivante, puis toutes les heures ensuite pendant trois heures. Les résultats reportés sur un graphique permettront d'estimer la perméabilité.

Les échelles d'infiltration habituelles sont: (4)

- sols très perméables (sableux):  $K = 0,001 \text{ mm/s} (= 3,6 \text{ mm/h} = 86 \text{ mm/j})$ ;
- sols moyennement perméables:  $K = 0,0001 \text{ mm/s} (= 0,36 \text{ mm/h} = 8,6 \text{ mm/j})$ ;
- sols peu perméables (argileux):  $K = 10(-7) \text{ m/s} (= 0,036 \text{ mm/h} = 0,8 \text{ mm/j})$ .

(4) *K (de Strickler): 30 pour canaux en terre mal entretenus, 40 pour canaux en terre bien entretenus ou revêtus de moellons, 60 pour canaux en béton en bon état On utilise la formule (de Strickler):  $Q (\text{débit en m}^3/\text{s}) = kS (\text{surface mouillée}) \times R^{2/3} (\text{rayon hydraulique}) \times i^{1/2} (\text{pente}). (k = \text{coefficent de rugosité})$ .*

Les sols très perméables sont difficiles à irriguer par gravité, il vaut mieux prévoir des méthodes d'aspersion (arrosage manuel ou aspersion sous pression). Il faut résérer la riziculture aux sols peu perméables. En effet, la consommation d'eau du riz sur l'ensemble de son cycle sera doublée si la perméabilité atteint 6 mm/j.

## Problèmes de salinité et de drainage

La plupart des cours d'eau de la zone soudano-sahélienne ont une eau extrêmement bonne pour l'irrigation (très peu salée, chargée en limons fertilisants). Cependant, près de l'embouchure des Fleuves, et pour certains forages, l'eau peut être salée et il faut alors tenir compte des conséquences de cette saturation sur les cultures et les sols. La salinité se mesure en général grâce à la conductivité électrique (CE) de l'eau (5).

(5) On observe les relations approximatives suivantes entre les teneurs en sels et la conductivité:  $1 \text{ mmho/cm} = 1000 \text{ micromhos/cm} = 10 \text{ meq/l} = 640 \text{ mg/sel/l}$ . La salinité totale de l'eau ne résulte pas seulement de la présence de sel ordinaire (chlorure de sodium:  $1 \text{ meq/l} = 58 \text{ mg/l}$ ) mais également de sels de calcium et de magnésium (carbonate de calcium  $1 \text{ meq} = 50 \text{ mg/l}$  chlorure de magnésium =  $1 \text{ meq} = 48 \text{ mg/l}$ ).

On a l'échelle suivante:

CE (à 25°C) < 250 micromhos/cm: Eau utilisable sur la plupart des cultures sans précaution particulière.

$250 < \text{CE} < 750$  micromhos/cm:

Eau légèrement salée. Un léger lessivage est nécessaire. Ne convient pas pour les plantes très sensibles (haricots, la plupart des légumes). Le drainage reste assuré grâce à la circulation de la nappe phréatique. Pas trop de problèmes de salinisation.

$750 < \text{CE} < 2250$  micromhos/cm:

Eau salée. Utilisable seulement sur des cultures tolérantes au sel (sorgho, coton, certaines variétés de riz) et dans des sols qui ont un bon drainage afin de permettre un lessivage important.

CE > 2250 micromhos/cm:

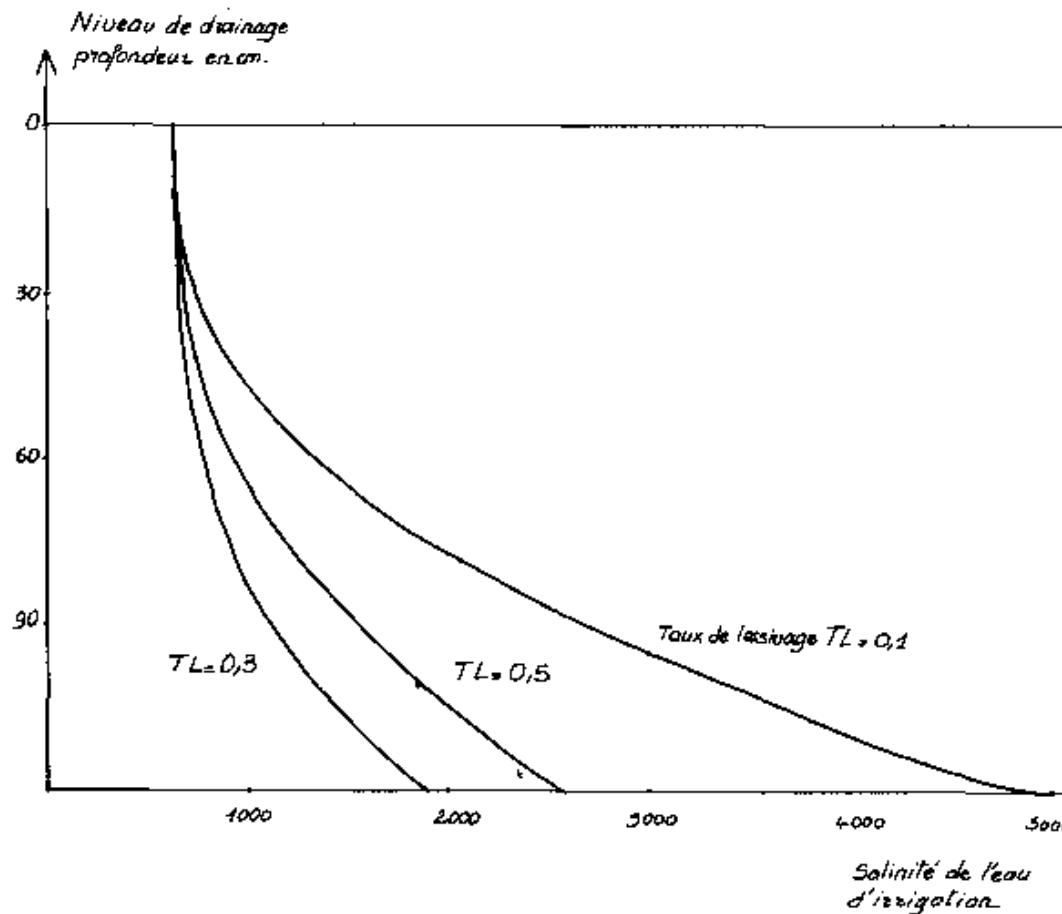
Eau très salée. Ne peut être utilisée que sur des sols très perméables, avec un lessivage constant et pour des cultures tolérantes ou résistantes (palmier dattier en particulier). Le goutte-à-goutte permet une utilisation intéressante de ces eaux salées.

On peut également mesurer la salinité des sols avec la même méthode. On mesure alors la conductivité électrique de la solution extraite du sol saturé. On utilisera l'échelle suivante:

- sol non salin      CE<2000
- sol légèrement salin  $2000 < \text{CE} < 4000$

- sol salin.  $4000 < CE < 80$
- sol très salin  $> 8000$

Tout apport d'eau d'irrigation amène donc du sel dans les sols. S'il y a ensuite lessivage par drainage profond ou latéral, l'eau de lessivage va donc évacuer une partie de ce sel. Par contre, si l'eau d'irrigation est entièrement absorbée par les racines des cultures (qui n'absorbent pratiquement pas les sels), il va y avoir concentration en sel de la solution du sol, aboutissant donc à une salinisation persistante du sol (voir schéma ci-dessous). C'est pourquoi, il faut toujours prévoir qu'*une partie de l'eau d'irrigation doit être lessivée* afin d'éviter la concentration progressive du sel dans le sol, qui peut durer des années, mais est inéluctable.



Équilibre atteint pour la salinité du sol à différents taux de lessivage

Les effets d'une salinisation modérée des sols ressemblent à ceux d'un début de sécheresse les graines germent mal, les plantes adultes ont les feuilles qui se flétrissent dans la journée. Une forte salinité amène la mort des plantes les plus sensibles. Seules survivent des espèces résistantes ("halophiles").

Il n'y a pas que du chlorure de sodium (NaCl) dans les sels dissous dans les eaux. On trouve également des carbonates, des sels magnésiens, etc. Il y a des échanges en permanence entre le complexe absorbant du sol et les ions amenés par l'eau d'irrigation. Celle-ci peut donc progressivement modifier la composition de ce complexe absorbant. Lorsque l'ion sodium Na<sup>+</sup> prédomine nettement par rapport aux autres ions Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup>, on a un risque d'alcalinisation progressive des sols. Les argiles sont dispersées, la structure du sol devient compacte, imperméable et asphyxiante. L'irrigation devient très difficile (l'eau pénètre très mal dans le sol).

Ce risque d'alcalinisation s'estime à partir du rapport d'absorption du sodium (SAR) dans l'eau:

$$\frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \quad (\text{teneurs en milliéquivalents dans la solution})$$

Pour un SAR supérieur à 10, les risques d'alcalinisation sont élevés. (Le diagramme de la page suivante permet de déterminer la classification d'une eau d'irrigation, en fonction de sa salinité et de son SAR.)

Teneurs en sodium: on définit quatre classes (SAR = sodium absorption ratio = coefficient d'absorption du sodium).

S1) 0 < SAR < 10: Peu de danger d'alcalinisation.

S2) 10 < SAR < 18: Danger d'alcalinisation appréciable dans les sols à texture fine et à forte capacité d'échange surtout dans des conditions de faible lessivage. Eaux utilisables sur les sols à texture grossière ou les sols organiques ayant une bonne perméabilité.

S3) 18 < SAR < 26: Eaux nécessitant un aménagement spécial (bon drainage, fort lessivage, addition de matières organiques).

S4) SAR > 26: Danger d'alcalinisation fort. De telles eaux sont utilisables pour l'irrigation si leur faible salinité permet l'addition de calcium soluble ou si le sol en contient suffisamment (6).

(6) Extrait du "Mémento de l'agronome".

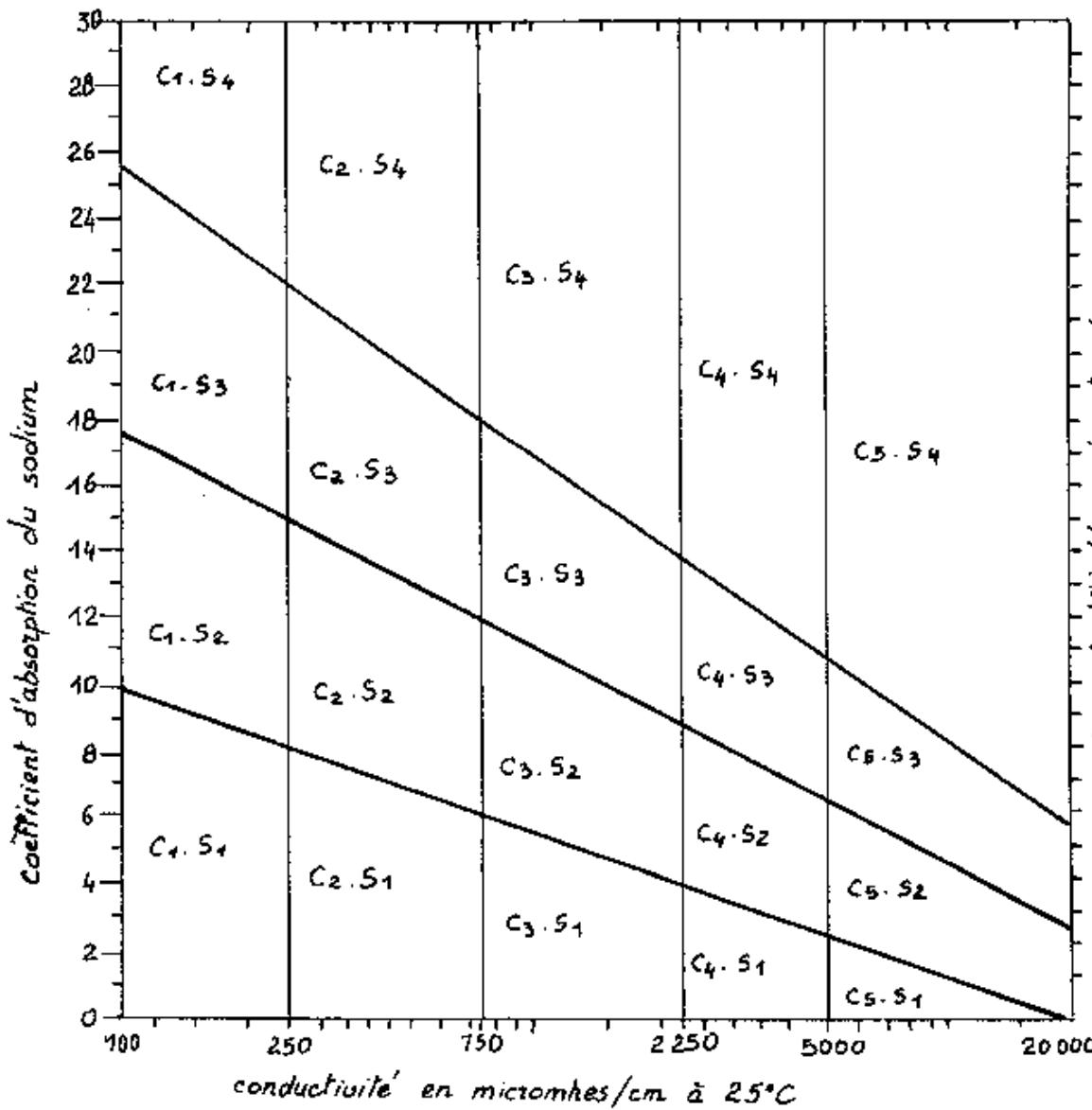


Diagramme permettant de déterminer la qualité des eaux en fonction de la conductivité et du coefficient d'absorption du sodium

En fait, le SAR ne donne qu'une image partielle du risque d'alcalinisation lié à l'eau d'irrigation. Il faut tenir compte de phénomènes complexes comme celui de la précipitation des carbonates lorsque la solution du sol se concentre (lors de fortes évaporations) qui peut modifier la concentration relative des ions sodium (et donc le SAR). Il s'agit de phénomènes complexes, aussi faut-il faire interpréter les analyses d'eau d'irrigation par des spécialistes (7). C'est ainsi que les rizières de l'Office Niger ont subi une alcalinisation progressive qui a pris cinquante ans, malgré la minéralisation des eaux du fleuve Niger, et à cause de l'inefficience du réseau de drainage. (La nappe phréatique qui affleure le sol actuellement était à 20 m de profondeur à l'origine).

(7) Voir à ce sujet l'article de Valles, Bertrand, Bourgent et Ndiaje sur "Le concept d'alcalinité résiduelle généralisée..." dans *L'Agronomie Tropicale n°3/89*.

De manière générale, on peut considérer que le taux d'équilibre du sel dans la solution du sol (à la profondeur de drainage) est égal au taux de sel dans l'eau d'irrigation, divisé par la proportion d'eau drainée chaque année. Par exemple, si l'on apporte chaque année  $12000 \text{ m}^3$  d'eau à l'hectare à 500 micromhos pour une culture de riz et que l'on évacue  $2000 \text{ m}^3$  par le système de drainage en cours de culture, le taux de salinité du sol sera, à long terme de:

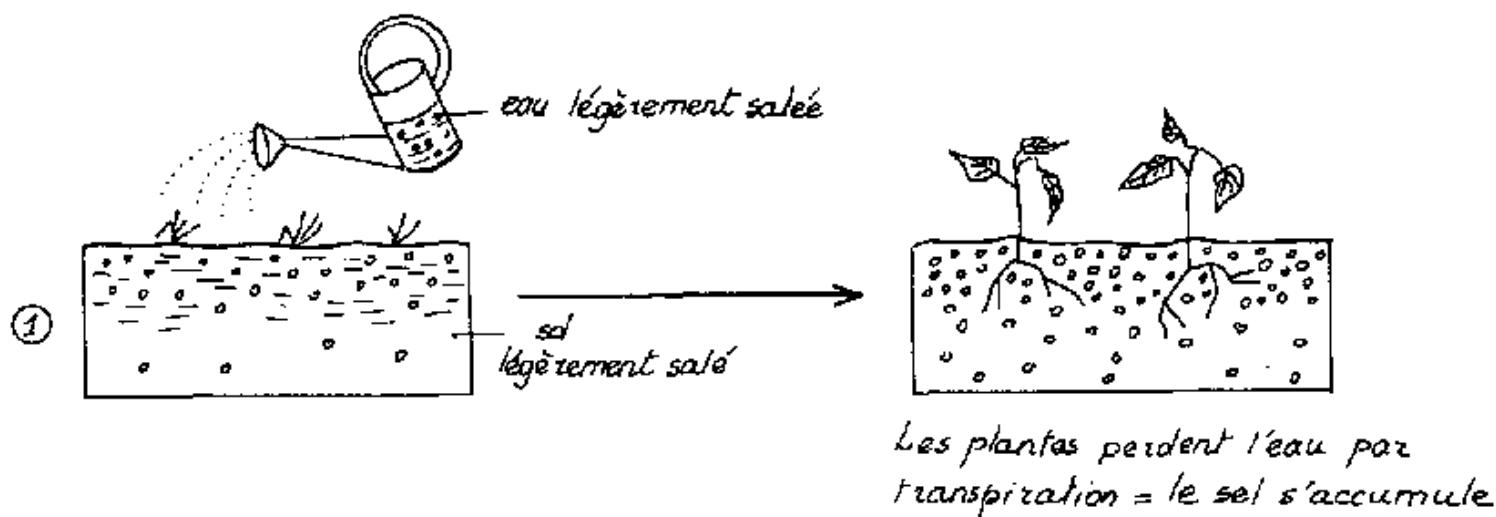
$$500 \times 12000 / 2000 = 3000 \text{ micromhos} \text{ (sols légèrement salés).}$$

Si, par contre, on ne draine que  $500 \text{ m}^3/\text{ha/an}$  en moyenne, le sol va devenir progressivement très salé:

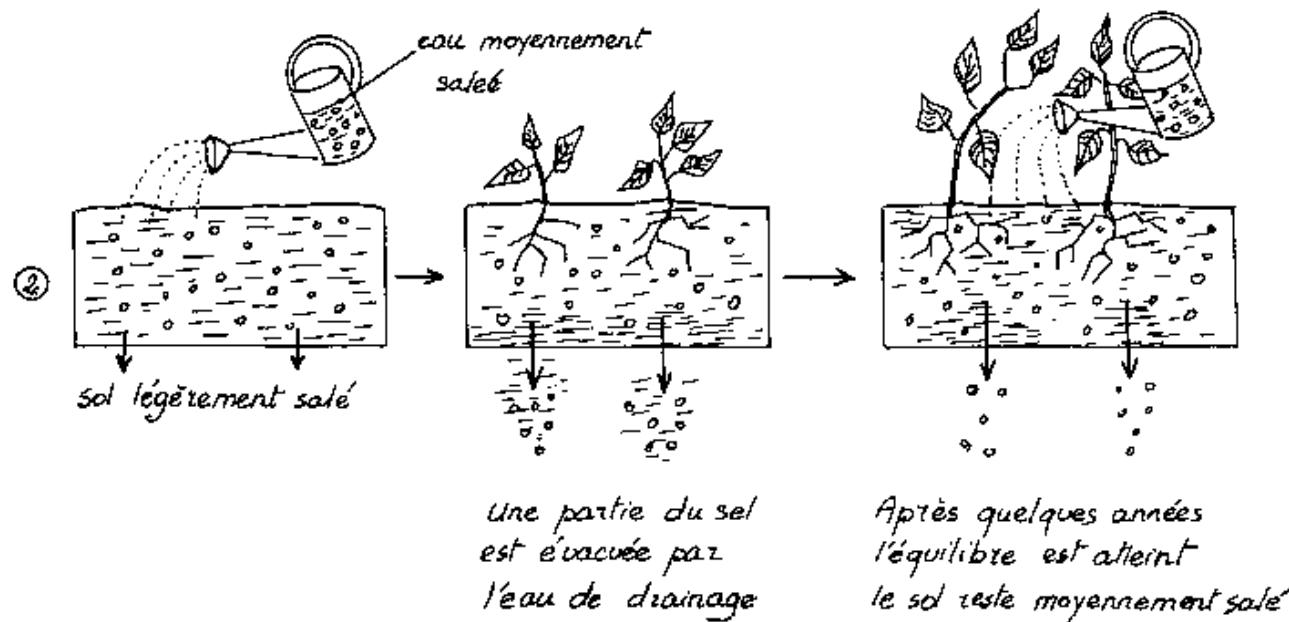
$$\text{CE} = 500 / (5 / 120) = 12000 \text{ micromhos, et la culture du riz deviendra impossible.}$$

Il faut noter cependant que le lessivage peut aussi bien être effectué saisonnièrement par les eaux de pluie en excès ou alors une variation saisonnière du taux de sel dans le sol (c'est le cas des systèmes goutte-à-goutte utilisés par les israéliens en zones arides).

#### *Processus de salinisation des sols*



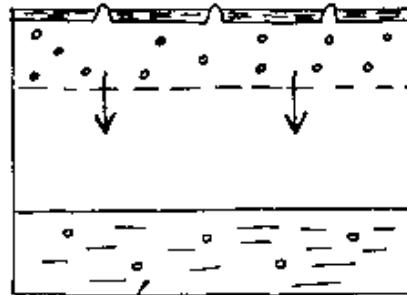
## Apport d'eau légèrement salée sans drainage



## 2. Apport d'eau moyennement salée avec drainage important

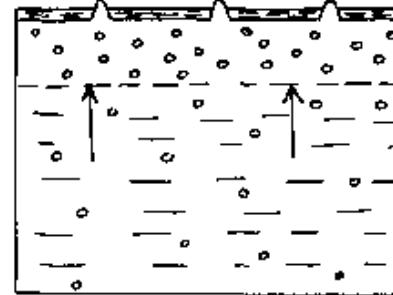
Les problèmes de perte des sols par salinisation sont très importants au niveau des grands périmètres; on a en effet souvent dans ce cas des apports massifs d'eau sur des surfaces très importantes, avec remontée de la nappe phréatique et diminution simultanée des possibilités de drainage naturel. Dans le cas de petits périmètres isolés, il y a moins de risques de provoquer une telle remontée de la nappe phréatique, à moins de se trouver dans une dépression naturelle.

① Début de l'irrigation  
Drainage profond  
important.  
Pas de problèmes de  
salinité.

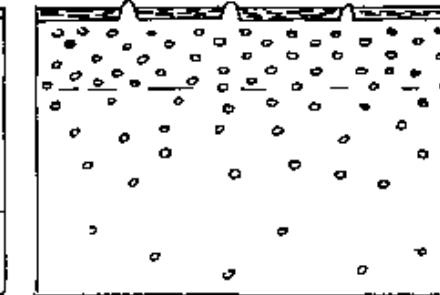


Nappe phréatique

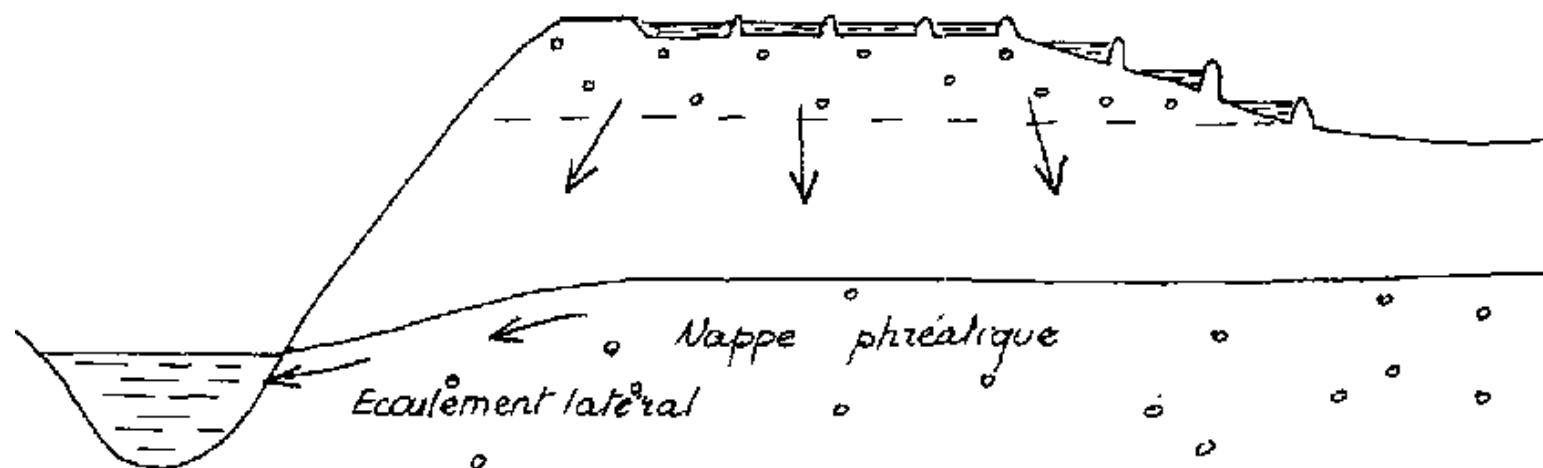
② Remontée de la nappe  
après quelques crues



③ Il n'y a plus de drainage  
Salinisation progressive



Cas des grands périmètres (Office du Niger)



Petits périmètres

## Éléments de comparaison des techniques d'irrigation

### Aspects techniques

#### Facteurs topographiques

Le choix des techniques dépend prioritairement de la pente et de la nature des sols. Si la topographie est très irrégulière, avec des sols très filtrants (sableux), il sera difficile d'utiliser les méthodes gravitaires. En revanche, l'aspersion sera possible. A l'inverse, en zone de très faible pente (moins de 1 %) et avec des sols lourds, on utilisera des méthodes gravitaires et on pourra réaliser des casiers rizicoles.

#### Facteurs humains

- Adaptation aux contraintes des agriculteurs

Certaines méthodes d'irrigation demandent une bonne technicité et une formation préalable tandis que d'autres sont plus faciles à mettre en oeuvre. Lorsque les agriculteurs refusent d'appliquer les recommandations, il faut d'abord analyser les contraintes qu'elles représentent (supplément de travail, par exemple) par rapport au bénéfice espéré (supplément de rendement, réduction des pertes en eau). Une autre question peut se poser: ces contraintes seront-elles supportées par le producteur ou par le groupe?

Il faut également considérer la "souplesse" des méthodes proposées par rapport aux contraintes des agriculteurs. Certaines techniques permettent en effet de "sauter" une irrigation sans trop de dommages (casiers rizicoles par exemple), alors que d'autres nécessitent une présence constante et régulière (aspersion). Dans le cas du goutte à goutte en particulier, un arrêt de quelques jours, accidentel ou par négligence, risque d'être fatal à la culture.

- Facilité de contrôle et de gestion

Cet aspect souvent négligé peut devenir déterminant dans les périmètres collectifs. Ainsi, il est difficile de mesurer les quantités d'eau consommées par chaque irrigant lorsqu'on recourt aux méthodes gravitaires. Par contre la distribution par bassin *gandiolais* suivie d'arrosages à l'arrosoir permet une mesure simple des quantités d'eau consommées par quartier, voire par irrigant.

Les différentes méthodes d'irrigation permettent une application de l'eau plus ou moins régulière, en fonction des caractéristiques des sols à irriguer et de leur relief. Cette régularité d'application se mesure en termes "d'efficience" de l'irrigation.

### Aspects économiques

Pour analyser l'aspect économique il faut tenir compte du rapport entre le coût de l'investissement et de l'entretien du matériel, le coût du travail pour la préparation puis la mise en oeuvre de l'irrigation, et le coût de l'eau. La prise en compte de ces facteurs permet de choisir, entre plusieurs méthodes techniquement possibles, la moins coûteuse d'entre elles, par exemple:

- l'aspersion permet une amélioration de l'efficience de l'irrigation (de l'ordre de + 10 à + 50 %) par rapport au système gravitaire (8);
- l'irrigation localisée permet une amélioration encore plus nette (efficience globale de 85 %);
- par contre, ces deux méthodes entraînent des surcoûts d'investissement et de fonctionnement importants, sauf pour des cultures de grand espacement en climat sec (9).

(8) Voir page 83 les efficiences moyennes.

(9) De plus, on peut, dans certains cas, en goutte-à-goutte, rationner l'eau en n'apportant que 70 % de l'ETP, sans que le rendement soit affecté. Les rendements obtenus avec des irrigations goutte-à-goutte sont souvent plus élevés, et surtout on obtient des fruits de meilleure qualité.

### Coûts de pompage

L'augmentation du coût de pompage est proportionnelle à l'augmentation de la hauteur manométrique fournie par la pompe qui peut aller de 1 bar (10 m Hmt environ) pour l'irrigation localisée, à 3 bars (30 m) pour les petits asperseurs (6 à 20 m de rayon). Pour les canons asperseurs qui envoient l'eau jusqu'à 100 m les pressions atteignent 12 bars (120 m).

Dans le cas où l'eau n'est disponible qu'en profondeur (moins de 8 m), l'emploi d'une pompe pour un réseau d'irrigation localisée basse pression (1 bar) se traduit par un doublement du coût du m<sup>3</sup> pompé. Un réseau d'aspersion moyenne pression provoquera un quadruplement de ce coût. Par contre, si l'eau est à plus grande profondeur, l'augmentation du coût de pompage, moins importante en proportion, est compensée par les gains d'efficience.

### Coûts d'aménagement des parcelles

Pour l'irrigation par aspersion, les montants d'investissement moyens s'établissent comme suit:

- de l'ordre de 50000 FF par hectare de maraîchage en goutte-à-goutte (écart de 6 m entre les rampes d'irrigation);
- de l'ordre de 15000 FF par hectare d'arbres fruitiers en goutte-à-goutte (écart de 4 m entre les rampes d'irrigation);
- de l'ordre de 30000 FF par hectare pour un système d'irrigation par pivot, et de 40000 FF pour un système d'aspersion par rampe mobile.

Lorsque la topographie est défavorable, ces coûts sont plus faibles que ceux de l'irrigation gravitaire car dans ce cas, il faut réaliser un planage préalable avant de construire les canaux. Si les canaux sont revêtus, les coûts d'aménagement de réseaux gravitaires sont même parfois plus élevés, jusqu'à 100000 FF/ha (voir le tableau de synthèse page 283).

### Temps de travail

Le temps de travail nécessaire pour l'irrigation est généralement réduit, mais nécessite un personnel beaucoup plus qualifié, et par conséquent plus coûteux. Certaines

techniques semblent même hors de portée des paysans africains:

- les pivots, parce qu'ils exigent un entretien spécialisé;
- le goutte-à-goutte pour des raisons de contrôle de la filtration et d'entretien du système.

Ainsi, en règle générale, l'aspersion ne constitue pas un avantage pour les producteurs africains. Le travail familial est remplacé par un travail de technicien, que les paysans doivent payer au prix fort.

#### Comparaison économique de différents systèmes d'irrigation en Afrique

	Canaux en terre	Canaux revêtus	Conduites enterrées	Rampes
Source	(3)	(3)	(3)	(3)
Coût d'investissement à l'hectare (en Fcfa):				
- total	1970000 (7)	5050000 (7)	4400000 (7)	1900000
- distribution seulement	1710000	4850000	3780000	1700000
Pression de pompage	6 m	15 m	26 m	? (50 à 60 m)
Pression de service	0	0	? (10 m)	?
Coût de l'eau (monétaire)	12,2 Fcfa/m <sup>3</sup>	15,8 Fcfa/m <sup>3</sup>	37,6 Fcfa/m <sup>3</sup>	60,6 Fcfa/m <sup>3</sup>
dont (en Fcfa/m <sup>3</sup> ):				
- frais de carburant	2,4	4	12	30,4
- amortissement entretien (5)	9,6	11,6	25,3	27,7
- frais de personnel	0,2	0,2	0,3	2,5
Coût estimé de la distribution (frais de pompage, amortissement et entre	7,5 Fcfa/m <sup>3</sup> (2)	10 Fcfa/m <sup>3</sup> (2)	27 Fcfa/m <sup>3</sup> (2)	46 Fcfa/m <sup>3</sup> (1)
Efficience moyenne estimée	55 %	65 %	70 %	80 %
Coût de l'eau "efficace" apportée aux plantes	17,5 Fcfa/m <sup>3</sup>	17,8 Fcfa/m <sup>3</sup>	53,7 Fcfa/m <sup>3</sup>	75,8 Fcfa/m <sup>3</sup>
Autres remarques	Irrigation à la raie pratiquée par les paysans			Jour d'eau contraignant
Surface par famille	0,5 ha pour irrigation à la raie			
Coût annuel de l'irrigation à l'ha	106000 à 113000	211000 à 257000	306000 à 494000	?

(en Fcfa)	Pivots	Gandiolas (4 bassins/ha)	Rampes à vannettes	Goutte-à-goutte
Source	(3)	(4)	(6)	pr melon (8)
Coût d'investissement	en Fcfa/ha	en Fcfa/ha	en Fcfa/ha	en Fcfa/ha
- total	1470000	2760000	3380000	3710000
- distrib. seulement	1270000	1040000	1230000	1990000
Pression de pompage	60 m	20 m	15 m HNT	(40 m) (7)
Pression de service	(40 m)	4 m	3 m	25 m
Coût de l'eau (monétaire en Fcfa/m <sup>3</sup> )	53,2	32 à 79(à partir de forage)	43	(60)
dont (en Fcfa/m):				
- frais de carburant	30,5	9 à 13,8	16	
- amortissement entretien (5)	20,5	22,1 à 58,5	27 (ss forage)	67 (ss forage)
- frais de personnel	2,2	1,9 à 6,7	0	5
Coût estimé de la distribution: frais de pompage, amortissement et entretien (Fcfa/m <sup>3</sup> )	37 (1)	10,5 à 30	15	72
Efficience moyenne estimée	80 %	95 %	80 %	90 %
Coût de l'eau "efficace" apportée aux plantes	66,5 F	33,6 à 83,2 F	55,4 F	-
Autres remarques	Travail des irrigants limité. Pas de souplesse pour choix des cultures et calendrier. Encadrement lourd nécessaire.	Temps de travail pour l'arrosage très important	Système simple, demande une certaine main-d'œuvre pour montage et démontage des rampes	Fortement déconseillé avec eaux de surface et sols lourds. Bonne technicité des agriculteurs nécessaire.
Surface par famille	3 ha	500 m <sup>2</sup> max.	0,33 ha	1 ha
Coût annuel de l'irrigation (en Fcfa/ha)	161000 à 530000	220000 à 320000	367000	660000

Notes:

(1) Sur la base de 8000 m<sup>3</sup>/ha/campagne.

(2) Sur la base de 10000 m<sup>3</sup>/ha/campagne.

(3) D'après l'étude de M Morison "Etude comparative de différents systèmes d'irrigation dans la Vallée du Sourou" (Burkina Faso). Ensam. 1988.

(4) Référence: suivi agro-économique de cinq PPI villageois dans le département de Niamey. BRGM. 1988. (Périmètres de Louma et Tolkobaye présentés).

(5) Les bases suivantes d'amortissement et d'entretien ont été utilisées:

Moteurs (5 ans pour l'amortissement, 5 % d'entretien par an). Pompes (10 ans d'amortissement, 5 % d'entretien). Canaux en terre et drains (20 ans, 2 %). Canaux revêtus (30 ans, 1 %). Conduites enterrées (20 ans, 0,5 %). Planage (2 % par an d'entretien). Matériel d'irrigation-arroseurs, picots- (8 à 10 ans, 1 %). Matériel goutte-à-goutte (5 ans pour le réseau de surface, 2 % par an; 4 ans pour les goutteurs, filtres, etc. 5 % par an).

(6) Source: Petits périmètres du type "Ruwana" au Niger. CEFIGRE: (Périmètres de 6 ha autour de forages).

(7) Les coûts des réseaux, gravitaires en particulier, augmentent avec la taille du périmètre. Dans cette comparaison, les cinq premiers périmètres sont de taille importante (de 50 à 300 ha) et les coûts sont donc alourdis par rapport aux petits périmètres (5 à 10 ha) présentés enfin de tableau (deux dernières colonnes).

(8) Basé sur les données du Centre gestion et Chambre d'agriculture du Gard. Etant donné que cette étude ne concernait que le système de distribution, on a utilisé le coût moyen de pompage sur forage observé sur Gadiolais pour permettre la comparaison.

## Le choix des types de canaux

Les réseaux gravitaires sont les plus courants en Afrique de l'Ouest. Leur succès tient à leurs avantages:

- investissement réduit (en terrain plat au moins);
- possibilité d'auto-réalisation par les paysans;
- simplicité apparente de la gestion et de l'entretien.

Leurs inconvénients sont cependant bien connus:

- pertes par infiltration et débordement durant la distribution d'eau. On peut réduire ces pertes grâce à des canaux revêtus ou tunisiens, au prix d'une augmentation considérable des coûts;
- entretien fastidieux et dégradation rapide en cas de défaut d'entretien.

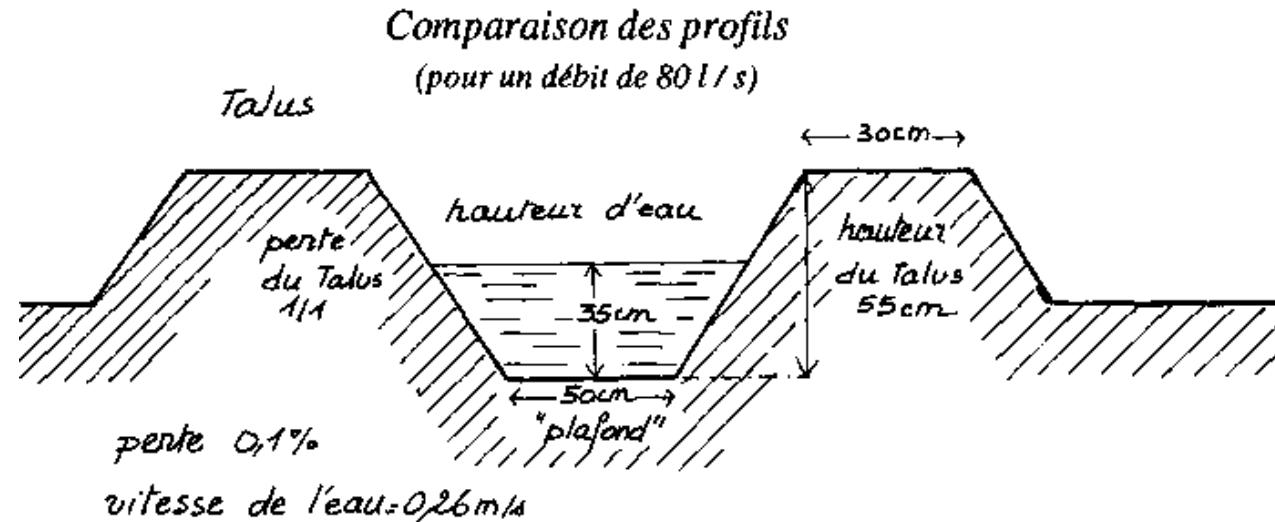
## Choix des canaux en terre ou en béton

Les canaux en terre ou en béton (revêtus ou tunisiens) ont chacun leurs ardents partisans. C'est pourquoi nous avons comparé leurs intérêts et inconvénients respectifs dans le tableau des pages suivantes. (10)

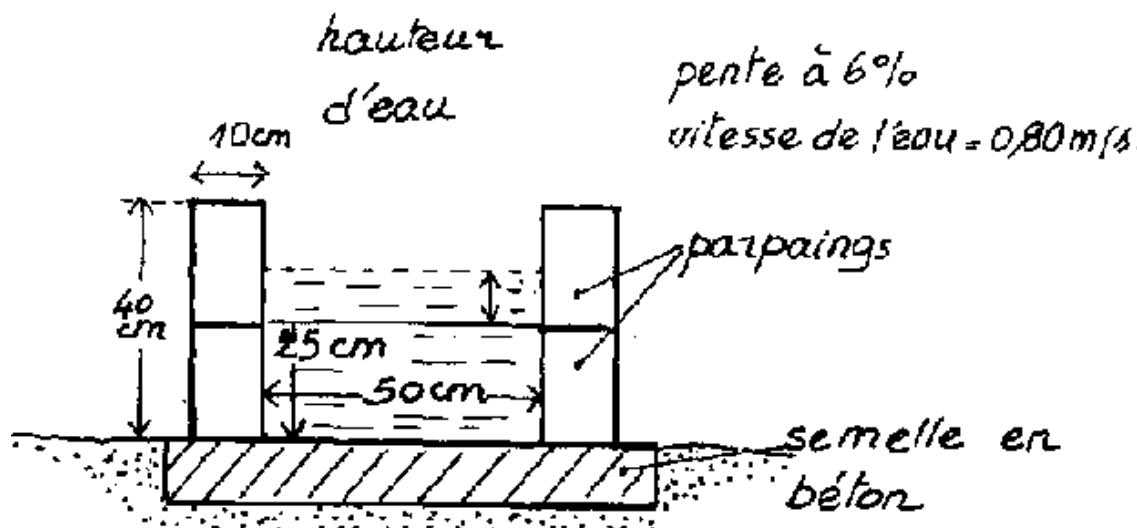
	CANAUX EN TERRE	CANAUX EN BÉTON.
FACILITÉ DE CONSTRUCTION	Peuvent être construits par la locale, sous le contrôle d'un technicien topographe.	Doivent être construits par une entreprise spécialisée. (Les canaux en béton construits par des artisans à Gao se sont dégradés très rapidement).
Coût APPROXIMATIF	Pour un canal véhiculant 80 l/s $\approx$ 1,2 m <sup>3</sup> déblai/ remblai  + tassement, + transport de l'eau: 2-3 jours de manœuvre = 75 FF/ml (11)	Remblai: 0,8 m <sup>3</sup> = 50 FF.  Béton: 0,08 m <sup>3</sup> x 1500 = 120 FF  Agglomérés: (20 x 40 x 10 m)= 0,08 m x 1300 FF = 104 FF
		TOTAL = 274 FF (7) (coûts de préfabriqués type tunisiens $\approx$ 300 FF/ml)
ENTRETIEN NÉCESSAIRE	Fréquent.	Moins fréquent.
	De l'ordre de 5 j de travail par an et par 100 m, peut être assuré par les exploitants eux-mêmes. Si l'entretien n'est pas fait ou que le réseau a été mal conçu, la dégradation rapide oblige à refaire entièrement le réseau tous les 5-7 ans.	Réparation de la maçonnerie périodique nécessaire. Coût équivalent, mais ne peut être assuré par les exploitants eux-mêmes. (Nécessité de collecter l'argent nécessaire)
CONTRAINTE DANS LE TRACÉ	Les canaux doivent avoir des pentes régulières, il faut donc une topographie adaptée. En cas de pentes fortes, il faut prévoir des ouvrages de chute maçonnés.	La pente peut varier ainsi que la vitesse de l'eau: plus facile à implanter.

(10) Coût pour des travaux réalisés par une entreprise.

(11) Hors supervision/suivi du chantier.

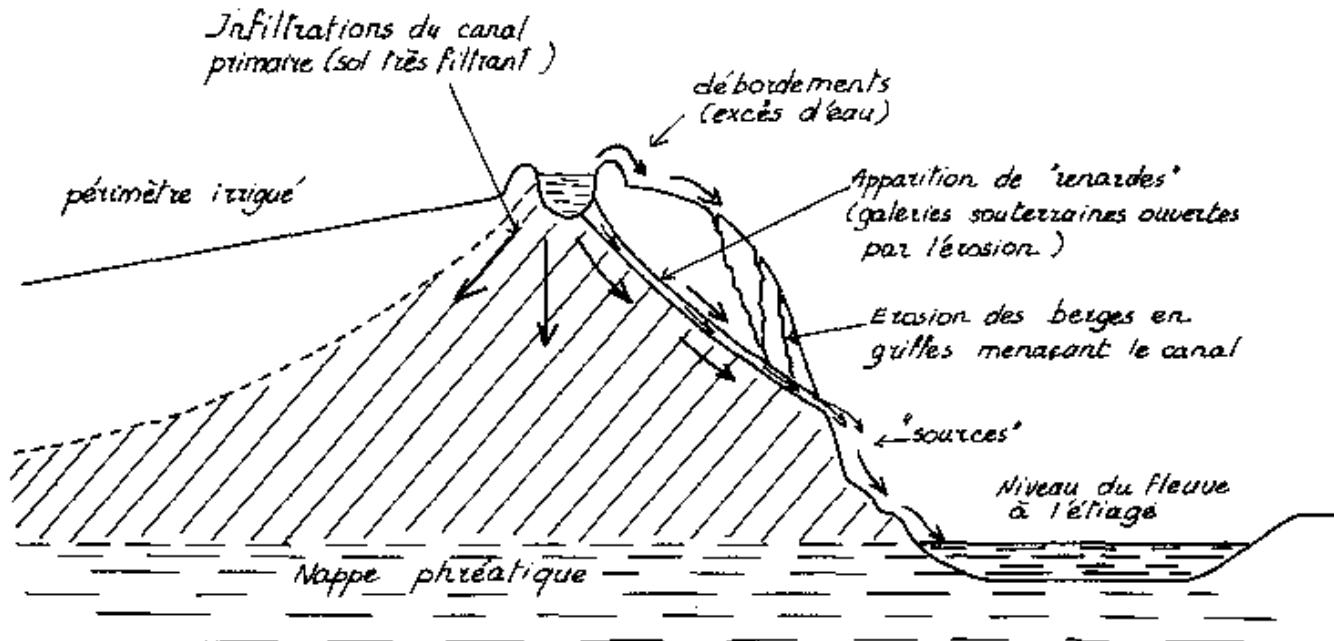


Canal en terre - Vue en coupe



Canal en béton - Vue en coupe

	CANAUX EN TERRE	CANAUX EN BÉTON
PERTES	<i>Sols très sableux</i>	Les pertes sont inférieures à 5% du débit transporté dans un réseau bien géré.
EN EAU DANS LES CANAUX (ordre de grandeur)	- Primaires: 2 l/s/100 m longueur (4 % du débit/100 m).  - Arroseurs: 1,2 l/s/100 m (8 % du débit).	
	<i>Sols argileux</i>	
	- Primaires: 0,5 l/s/100 m (1 % du débit)	
	- Arroseurs: 0,3 l/s/100 m (2 % du débit).	
	Pour un PIV moyen de 20 ha bien géré (pas de mise en eau de canaux inutilisés, vidange en fin d'irrigation), on a des pertes totales qui représentent en moyenne 35 % du débit en sol très sableux, et 8 % en sol argileux. Les pertes tendent à diminuer avec le temps lorsqu'on utilise une eau limoneuse (colmatage naturel).	
AUTRES PROBLÈMES	Les pertes en eau le long des	
PARTICULIERS	principaux peuvent causer une remontée de la nappe phréatique. Cette remontée peut être éventuellement valorisée par des plantations d'arbres. En revanche, elle est dangereuse en zone basse s'il n'y a pas de drainage naturel (risques de salinisation) d'excès d'eau. Par contre, en bordure de berge des canaux, on voit apparaître des renardages qui peuvent menacer la survie du périmètre en provoquant des éboulements de la rive.	



#### Les problèmes d'érosion et de renardage à Aroundou (Sénégal)

Pour comparer les deux types de réseau, il faut tout d'abord réaliser un calcul économique rapide. Les canaux en béton sont évidemment d'autant plus intéressants que le sol est sableux et que l'eau est chère. Prenons un exemple du coût d'utilisation comparé de réseaux en terres et de réseaux revêtus, avec les hypothèses suivantes:

- une culture de riz par an, sur 20 hectares;
- consommation: 10000 m<sup>3</sup>/hectare (coût de l'eau = 0,35 F/m<sup>3</sup>);
- longueur totale du réseau: 2000 m;
- pertes moyennes de 20 % dans les canaux en terre (sols légers).

CANAL EN TERRE	CANAL EN BÉTON
Amortissement sur 10 ans:	Amortissement sur 20 ans:
$2000 \times 75 \text{ F} = 150000 \text{ F}/10 = 15000 \text{ F/an}$	$2000 \times 350 \text{ F} = 700000 \text{ F}/20 = 35000 \text{ F/an}$

Frais entretien: 200 j de travail/an = 4000 F	
Coût des pertes en eau supplémentaire 20 % de	Frais d'entretien:
200000 m <sup>3</sup> à 0.35 F/m <sup>3</sup> = 14000 F	1 % du coût/an = 7000 F/an
Coût total = 33000 F. dont:	Coût total = 42000 F. dont:
coût monétaire = 29000 F.	coût monétaire = 42000 F.
coût en travail = 4000 F.	coût en travail = 0.

Dans ce cas précis, la construction de canaux en béton n'est pas justifiée sur le plan strictement économique, compte tenu du coût peu élevé de l'eau et des pertes moyennes du réseau. Les canaux en dur se justifient d'autant plus que les sols sont sableux et que l'eau est coûteuse (lorsque l'on procède à des forages notamment). De plus, si la gestion du périmètre et des canaux en terre par les paysans laisse à désirer, le coût d'amortissement sera plus élevé: on risque en effet de devoir refaire les réseaux tous les cinq ans.

Des techniques alternatives à l'utilisation des parpaings sont envisageables, comme la maçonnerie en pierres et l'utilisation de feuilles plastiques ou bitumeuses enterrées. Leur coût dépend de la disponibilité des matériaux locaux. Les canaux préfabriqués de type "tunisien" peuvent être utilisés dans les zones basses, pour éviter des déblais trop importants. Leur coût reste cependant élevé: environ 300 F/m pour un débit transporté de 30 l/s. Pour réduire les coûts, une autre possibilité réside dans l'utilisation de briques de terre crue (Banco) recouvertes d'un crépi de ciment. Il ne semble pas que ces ouvrages, réalisés en Mauritanie, aient résisté très longtemps. Le lecteur intéressé se reportera au "Manuel du technicien du génie rural" édité par le Ministère français de la coopération.

Notons enfin qu'il est plus onéreux de revêtir des canaux initialement en terre que de construire de nouveaux canaux: en effet, les grandes sections et les faibles pentes adoptées pour les canaux de terre entraînent des coûts de revêtements élevés, alors qu'on peut adopter un profil plus compact pour les canaux en béton. De plus, une construction carrée est plus solide que les perrés inclinés à 45, qui risquent de se fendre quand la terre se tasse (voir la figure de la page 287).

## Synthèse

En Afrique, le coût et l'entretien du matériel importé sont en général élevés, tandis que le coût du travail est faible comparé à celui des pays industrialisés. Le coût de l'eau varie selon les situations. Ces éléments suffisent à expliquer la faible diffusion de techniques a priori séduisantes comme le goutte-à-goutte ou l'aspersion.

**TABLEAU RÉSUMANT LES CRITÈRES DE CHOIX ENTRE LES DIFFÉRENTES MÉTHODES D'IRRIGATION**

MÉTHODE	ZONE D'UTILISATION (en Afrique S. Sahélienne)	TOPOGRAPHIE	TYPES DE SOL	COÛT DU MATERIEL NÉCESSAIRE	TRAVAIL DE PRÉPARATION	TEMPS DE TRAVAIL POUR L'IRRIGATION	EFFICIENCE (réduction des pertes en eau)	REMARQUES
Casiers (rizières)	Courant partout	Pentes faibles	Lourds	Coût de planage	Nivellement fin	Faible 2h/sem/ha)	Bonne en sols	Rendements

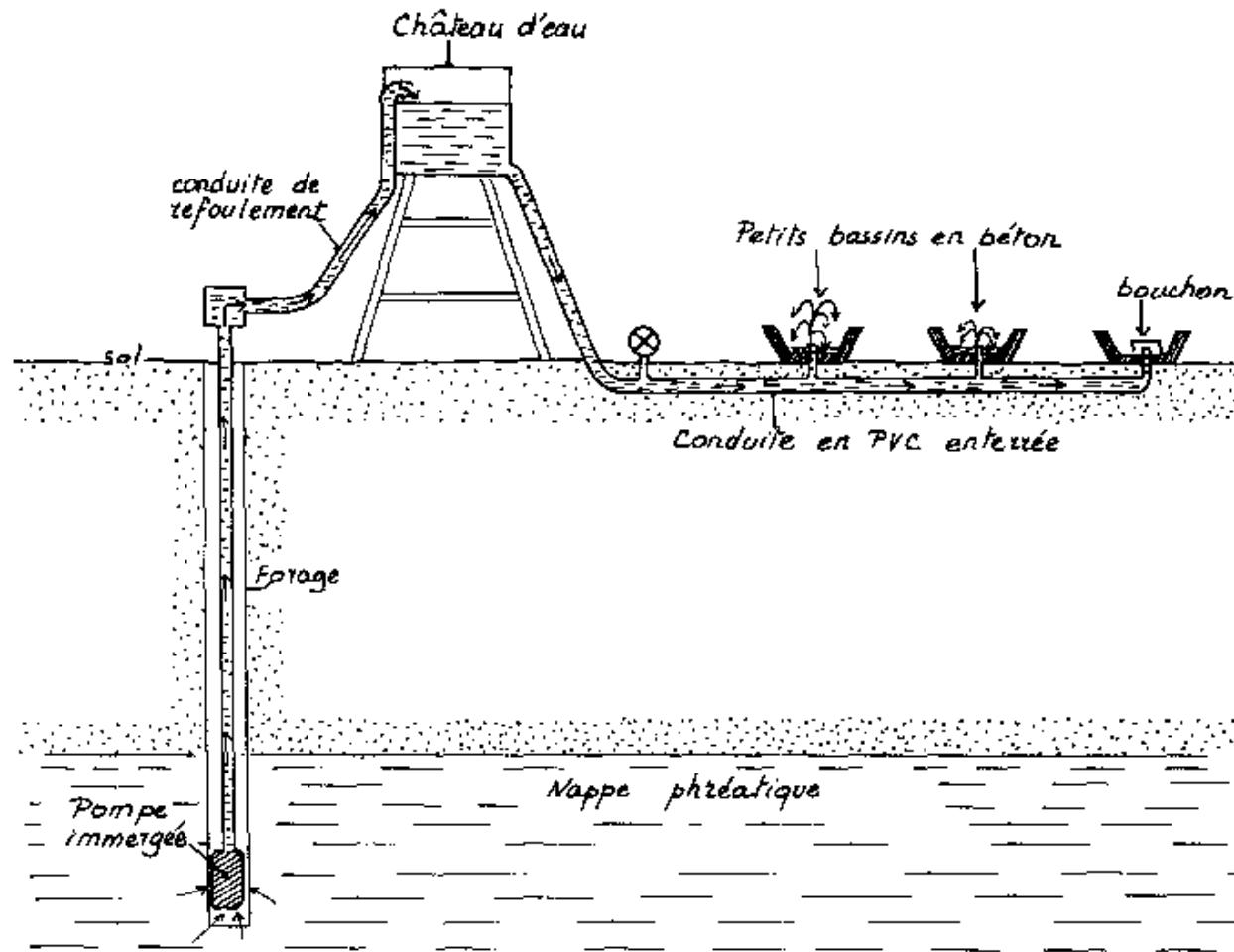
			(argileux) peu perméables	mécanisé: 1000 à 3000 FF/ha	diguettes, travail important en début de saison		lourds bien nivélés, très mauvaise en sols légers ou mal nivélés	potentiels en riz élevés
Casiers billionés	Peu courant	Pentes faibles	Tous sols	"	"	Faible	"	Risques d'asphyxie racinaire, rendements moyens
Billions courts	Courant	-	Tous sols	Planage manuel possible	Important à chaque culture	Élevé	Moyenne en sols filtrants avec bonne technicité, autrement faible	Rendements souvent irréguliers
Raies longues	Rare	Pente régulière ≈ 0,5 %	Limoneux, limono-sableux	Planage mécanisé: 1000 à 3000 FF/ha	-	Moyen	Moyenne	-
"Calants"(casiers non billionés)	Assez courant (mais parfois cultures légumières, bananes)	Pentes faibles et régulières	Moyennemt filtrants	Planage mécanisé	Nivellement fin souhaitable, pas toujours fait	Faible	Faible	Faibles rendements (problème d'asphyxie racinaire, maladies, tassemement sol)
Planches maraîchères	Courant au Tchad, Niger, Burkina Faso	Pentes moyennes, bon drainage	Légers limoneux	Planage mécanisé (pas toujours)	Important nivellation manuel et réalisation de planches	Élevé, parfois arrosage manuel complémentaire	Assez bonnes	Bons rendements en maraîchage
Arrosoir	Courant	Indifférente	Tous sols	20 à 50 surtout arrosoirs/ha	Important surtout en sol lourd	Très élevé 200 h/ha/sem	Très bonne si l'eau est rationnée	-
Aspersion	Rare, seulement près de Dakar (Niayes) et au Mali	Indifférente	Très légers (sableux)	Basse pression 3/40000 FF/ha + pompe	Faible	Faible (4h/ha/sem)	Assez bonne	Frais de pompage élevés, risques de maladies du

								feuillage et fruits accrus. Ne tolère pas les eaux salées
"	Souvent au Burkina Faso	-	-	Haute pression	-	Très faible	Moyenne	Frais de pompage très élevés
Arrosage par tuyau flexible	Peu courant	Indifférente	Tous sols	Élevé (nécessité d'un château d'eau)	Faible à moyen	Élevé (les débits sont généralement faibles)	Bonne	Moins pénible que l'arrosoir. Investissement plus élevé. Entretien fréquent. Intéressant pour les arbres jeunes
Irrigation localisée (goutte à goutte, vannettes)	Très rare en milieu paysan	Peut être en forte pente, mais attention sols aux contrepenetes (désamorçage)	Tous sols	Élevé en maraîchage. Moins coûteux pour les plantations espacées (fruitiers)	Installation demande un spécialiste	Faible (entretien surtout)	Très bonne si bien réglé. Moyenne autrement	Entretien difficile (nettoyage filtres et goutteurs). Convient pour l'utilisation d'eaux salées mais pas d'eaux de surface boueuses qui bouchent les filtres

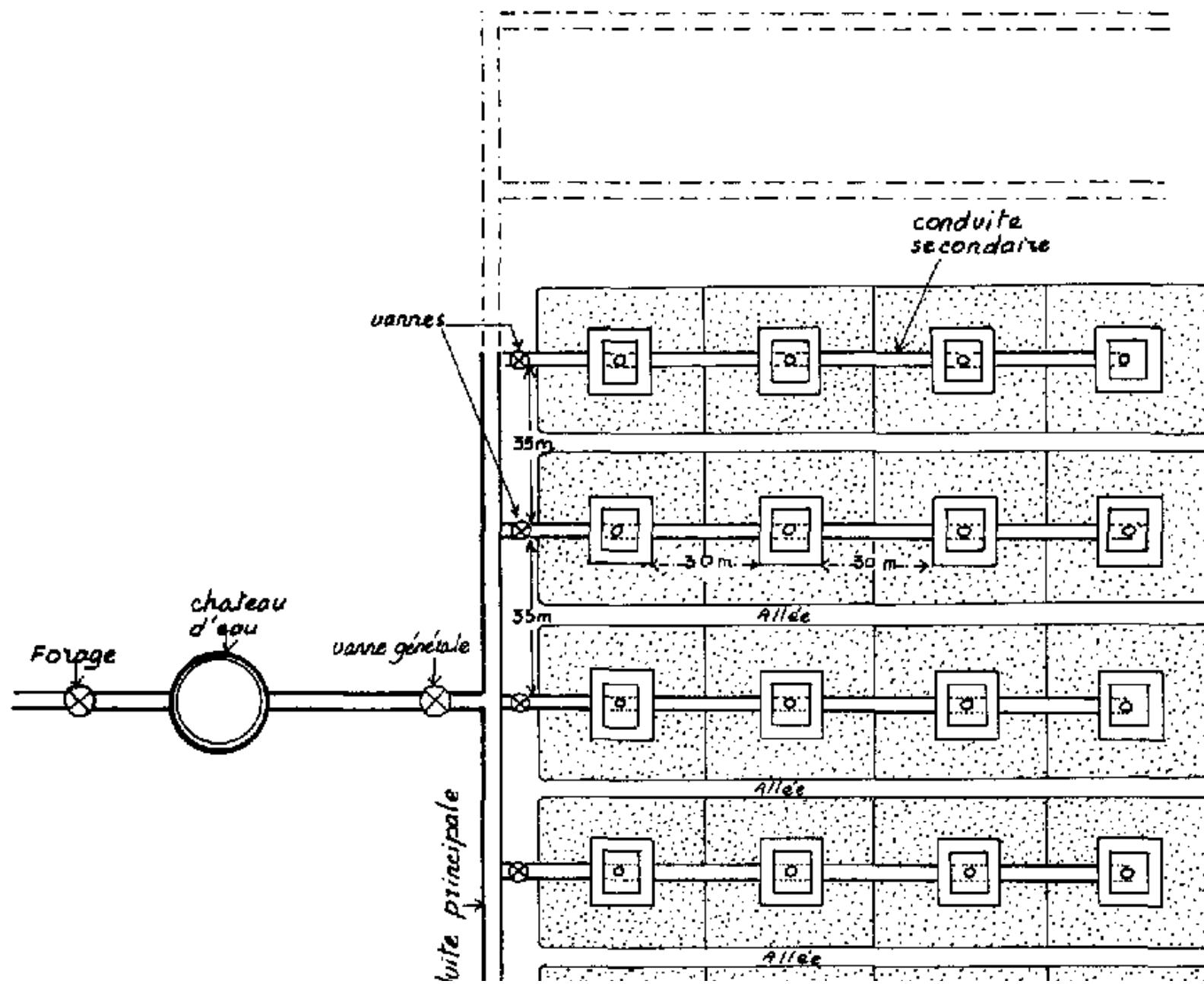
### Exemples d'irrigation paysanne

#### La gestion de l'eau avec gandiolais - Le cas de Dap Dior (Mbour - Sénégal)

En utilisant un forage existant, les villageois de Dap Dior (pays Sérère) ont aménagé en 1986, avec l'appui de CARITAS, un petit périmètre de 6,4 ha divisé en 64 parcelles de 0,1 ha. Chaque parcelle dispose d'un bassin de 3 m<sup>3</sup>, alimenté par des canalisations PVC enterrées (voir schémas suivants).

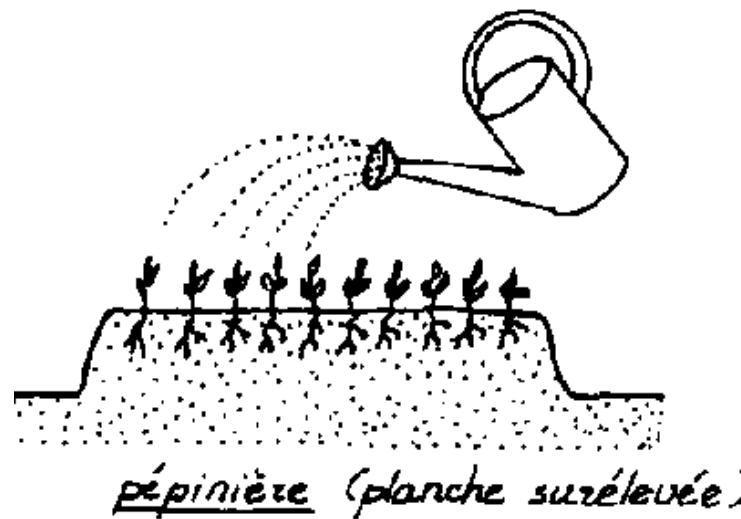


Le cas de Dap-Dior. Vue de côté- en coupe

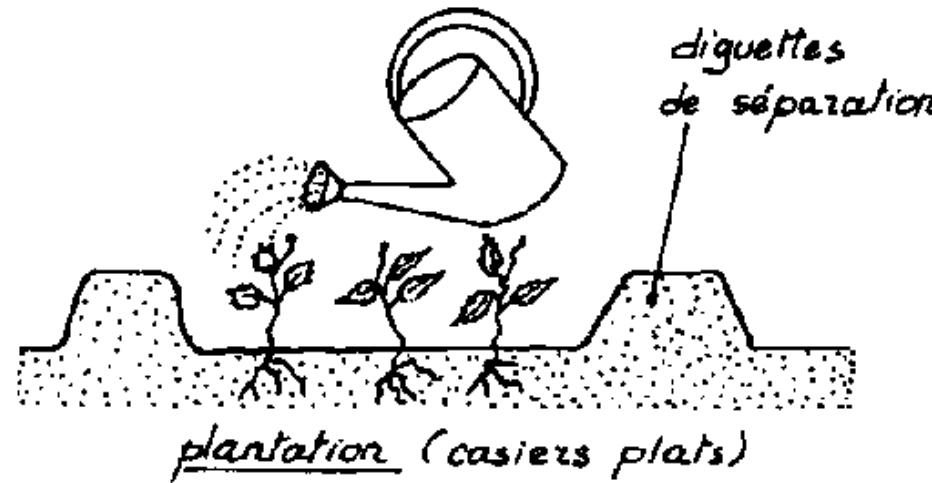


### Le cas de Dap-Dior (vue de dessus)

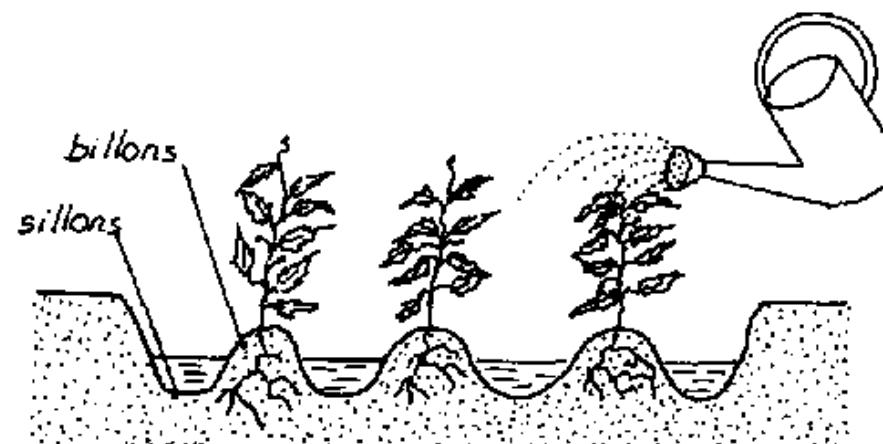
Les irrigants sont répartis en quatre groupes. Chaque groupe est alimenté le matin ou le soir, à 48 h d'intervalle. Le pompage commence à 6 h. le château d'eau est rempli à 7 h. puis les vannes sont ouvertes afin de remplir les bassins. Le pompage se poursuit jusqu'à 11 h. et durant ce laps de temps les agriculteurs arrosent leurs planches à l'arrosoir. Ils répartissent ainsi en moyenne 10 m<sup>3</sup> par parcelle (1500 l/homme/heure pendant 3h à deux personnes), ce qui correspond exactement aux besoins du maraîchage (en mars: 6 mm/jour pour 800 m<sup>2</sup>, arrosé tous les deux jours = 9,6 m<sup>3</sup>). Les agriculteurs utilisent des techniques de maraîchage sophistiquées: les planches sont creusées et non surélevées, permettant ainsi de conserver l'eau autour des plantes. Sur les jeunes plants, ils utilisent les arrosoirs avec pomme, mais retirent la pomme pour accélérer l'arrosage des plantes plus âgées, qui sont alors butties. Les raies sont parfois cloisonnées dans le cas de pentes longitudinales, pour améliorer la répartition de l'eau.



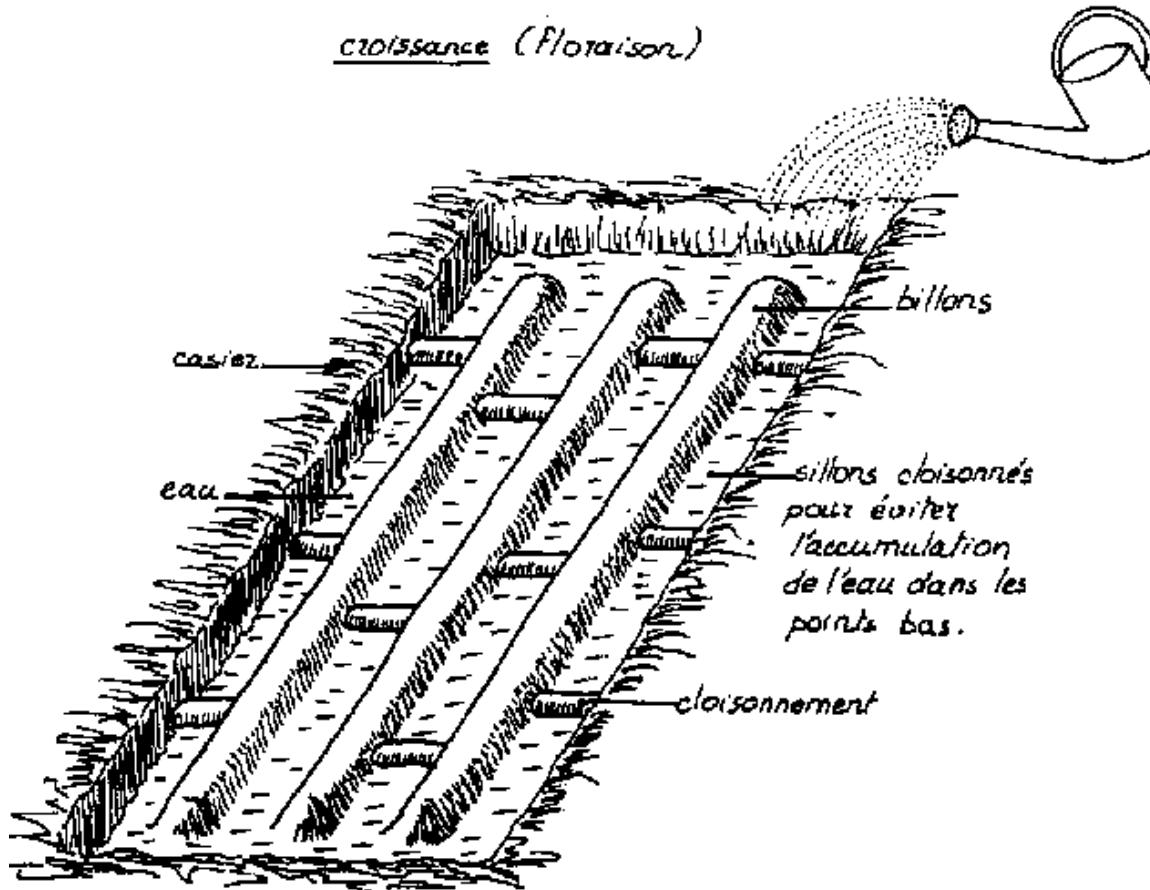
Pépinière (planche surélevée)



Plantation (casiers plats)



Croissance (floraison)



Casier (vue de dessus)

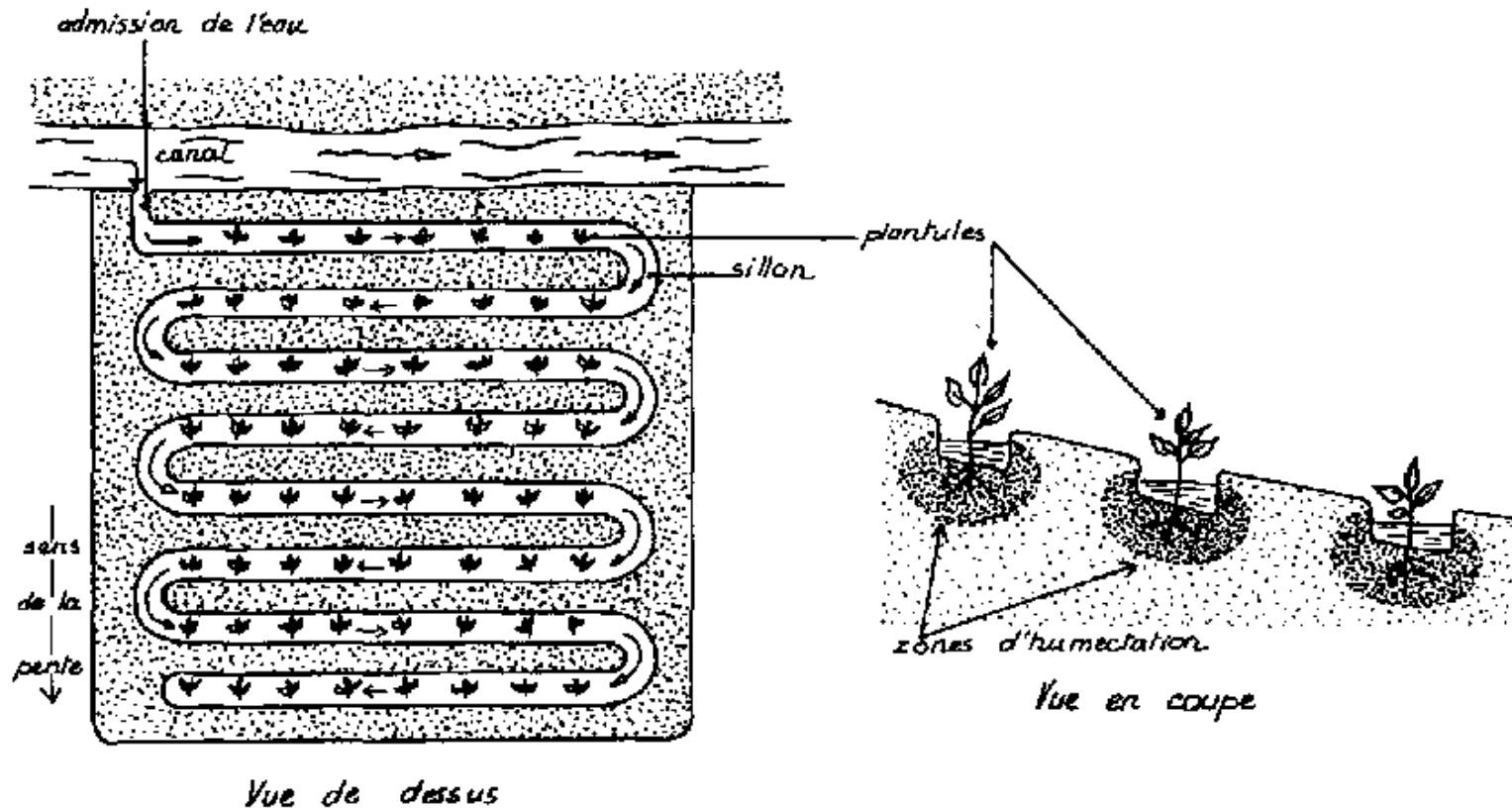
Cette technique, très coûteuse en temps, présente l'avantage d'économiser une eau rare et chère, d'éviter toute contestation entre agriculteurs, et d'adapter les apports d'eau aux besoins des cultures à chacun de leur stade.

Le périmètre est exclusivement cultivé en maraîchage pendant la contre-saison sèche (tomates et choux principalement). Les activités du périmètre n'entrent pas en concurrence avec les autres cultures et le facteur "travail" n'est pas trop limitant.

Il faut noter cependant qu'actuellement les cotisations payées en fin de campagne (100 à 200 F par 1000 m selon les résultats) ne couvrent que les frais de pompage, mais ne permettent pas de constituer une caisse d'amortissement pour le matériel de pompage et le réseau de distribution.

### Une méthode paysanne pour économiser l'eau en culture maraîchère: la plantation en "rigole serpentante"

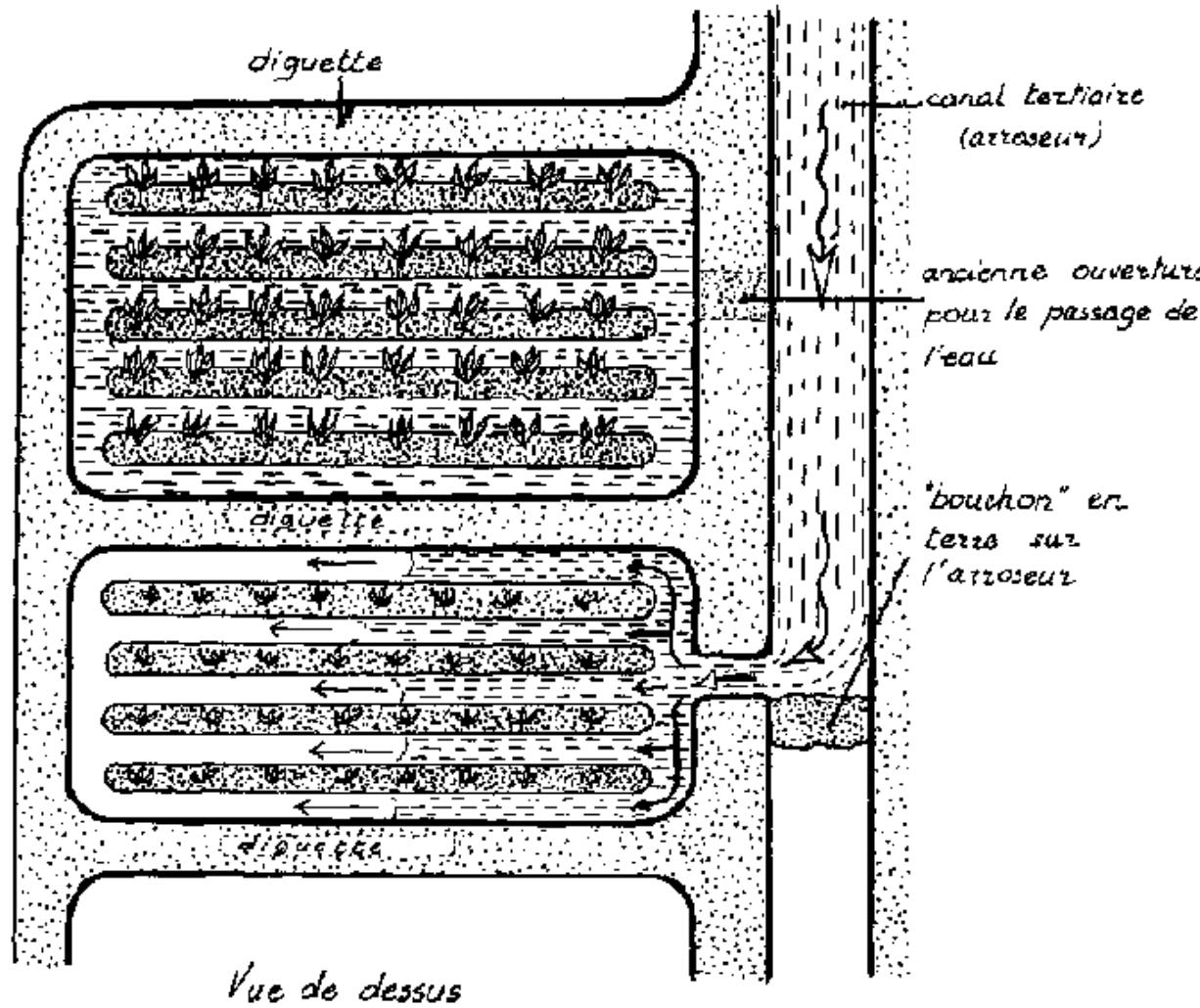
A Diaradougou (province de Bobo Dioulasso - Burkina Faso), les paysans irriguent en contre-saison à partir d'un cours d'eau, grâce à des petites motopompes à essence individuelles. Les sols sont limoneux, assez filtrants, et présentent une pente moyenne en haut de berge. Pour économiser l'eau et assurer une bonne humectation des plants de tomate lors du repiquage, les paysans tracent un sillon qui serpente du haut en bas de la parcelle. Les tomates sont repiquées au creux du sillon, et l'irrigation est pratiquée régulièrement, en petites doses assurant l'humectation du sillon, au contact direct des racines.



#### Arrosage par transplantation

Lorsque les plants commencent à se développer, les agriculteurs procèdent à un buttage renforçant le système racinaire des tomates et permettant d'augmenter les doses d'arrosage. Le buttage permet également d'éviter un contact direct des plants avec l'eau, ce qui pourrait causer des pourritures, sur les fruits en particulier.

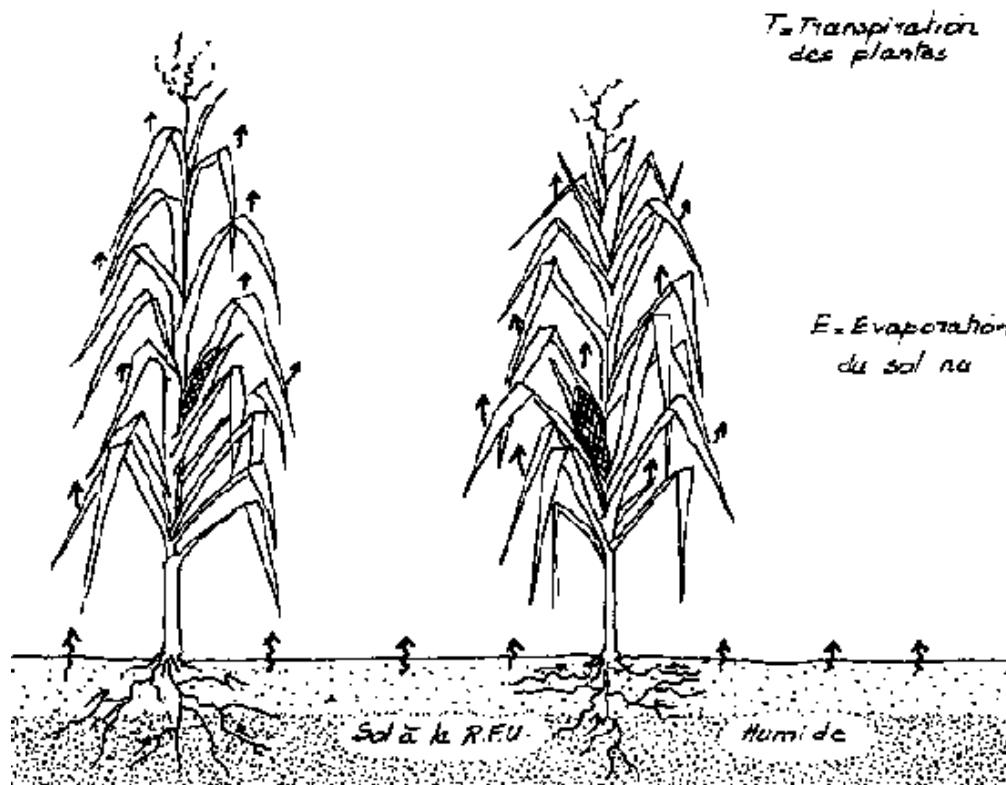
On passe alors à un système billonné classique, avec irrigation par groupe de quatre sillons.



Arrosage en cours de croissance

### Prévisions des besoins en eau

#### Besoin en eau des cultures



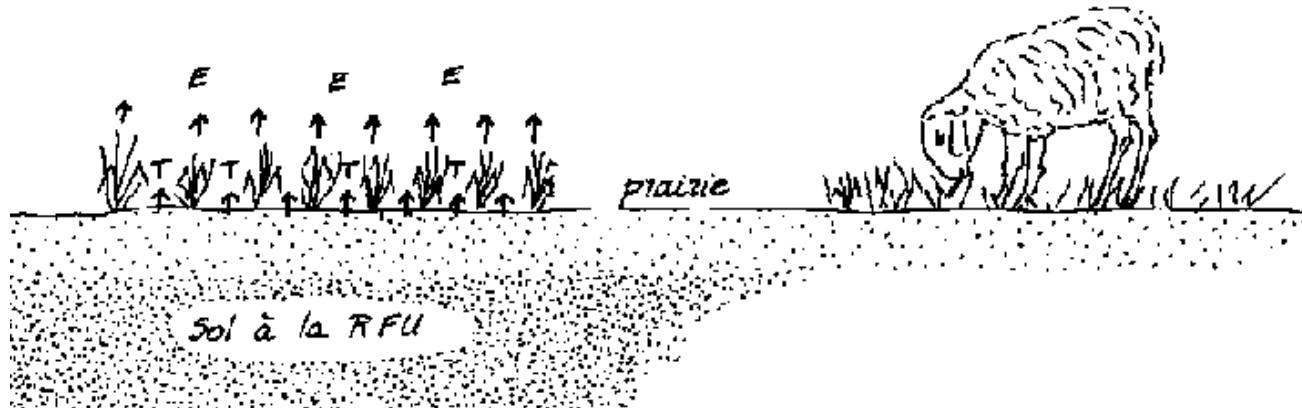
L'évapo-transpiration réelle maximale (ETRM)

Il s'agit de la quantité maximale d'eau que la culture est capable d'évapo-transpirer lorsque le sol est suffisamment humide (transpiration maximum de la plante + évaporation du sol).

ETRM = E + T (lorsque le sol est à la RFU)

Lorsque le sol s'assèche, la plante va devoir "pomper" une eau plus fortement retenue (au voisinage du "point de flétrissement"), les stomates se ferment et l'évapo-transpiration réelle (ETR) devient inférieure à l'ETRM. Aussi la photosynthèse diminue, donc le rendement final est réduit.

La mesure de l'ETR et de l'ETRM demande un appareillage compliqué, que seuls quelques laboratoires possèdent. Il faut estimer l'ETRM à l'aide de formules approchées.



### L'évapo-transpiration potentielle (ETP)

C'est la quantité d'eau transpirée par la plante et évaporée par le sol. On évalue tout d'abord l'évapo-transpiration potentielle du lieu et de la saison où l'on se trouve; il s'agit par définition de l'ETRM d'une prairie en pleine végétation, bien arrosée.

On a en effet montré que l'ETP dépendait uniquement des données climatiques du lieu, et non pas des caractéristiques de cette prairie.

$$\text{ETP} = E(\text{prairie}) + T(\text{lorsque le sol est à la RFU})$$

L'ETP peut être estimée, soit à partir de mesures en bac Colorado, soit à partir de diverses formules faisant appel aux paramètres suivants:

- température moyenne;
- durée d'insolation, durée du jour;
- radiation solaire globale.

Il faut en réalité tenir compte également de la vitesse du vent et du pourcentage d'humidité de l'air, ce qui rend le calcul exact de l'ETP très difficile. (12) Dans la pratique, il apparaît que l'on peut se contenter, au niveau de la préparation d'un projet, des valeurs moyennes sur la zone, mois par mois.

(12) La méthode détaillée d'analyse des besoins en eau est bien décrite dans le bulletin FAO n°24 "Besoins en eau des cultures". De nombreux paramètres que nous avons négligé dans la méthode simplifiée présentée ici peuvent être pris en compte. Il s'agit de la variation inter-annuelle de l'ETP décadaire, de l'efficience des pluies réelles, et de l'effet de la taille du périmètre irrigué (s'il est très petit, l'ETR sera supérieure à l'ETP, par contre s'il est grand et uniformément cultivé, l'ETR sera inférieure, parfois la moitié de l'ETP au centre du périmètre). Dans les conditions réelles de l'irrigation pratiquée en Afrique, le plus important facteur de variation des besoins en eau d'un périmètre à l'autre reste l'efficience globale de l'irrigation, et la perméabilité des sols pour les cultures rizicoles. Il nous semble donc inutile d'affiner les calculs théoriques avant la mise en place du réseau, si on ne peut pas estimer précisément ces deux paramètres.

Le CIEH a montré que les variations de l'ETP réelle par rapport à l'ETP estimée restent minimes (de l'ordre de +20 %) par rapport aux variations des besoins en eau liées aux écarts dus au calendrier des cultures de l'ordre de plus ou moins 50 % et surtout dus aux variations dans l'efficience de la distribution de l'eau (de l'ordre de 100 %).

Il est évidemment préférable d'utiliser les données réelles de l'ETP mesurées dans la région lorsqu'elles sont disponibles. Sinon on peut empiriquement majorer cette ETP moyenne journalière en période anormalement chaude et venteuse, et la minorer en période anormalement nuageuse et fraîche. Voici les valeurs moyennes que l'on peut utiliser (13):

(13) On peut également utiliser les données du CIEH, qui a publié des relevés d'ETP mensuelle pour l'Afrique de l'Ouest.

*ETP moyenne (mm/j)*

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Zone sahélienne Gao P = 200 mm/an	6	6	8	8	9	9	9	7	7	7	6	6
Zone soudano-sahélienne P = 500 mm/an	4	5	6	6	8	7	7	6	5	5	5	4
Zone soudanienne Bamako P = 1100 mm/an	5	5	7	7	7	6	5	5	5	5	5	5

Il est difficile de réduire l'ETP d'un lieu donné (cela signifie qu'il faut "changer le climat"). Il existe cependant une méthode naturelle, simple et efficace dans les zones ventées: les brise-vent.

#### Effets des brise-vent sur la réduction de l'ETP et de l'ETR

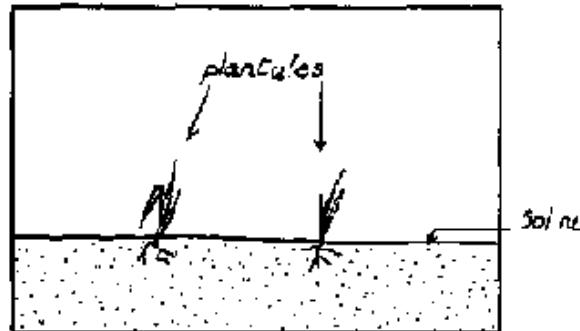
En diminuant la vitesse moyenne du vent, un brise-vent permettra donc de réduire nettement l'ETP pendant les mois chauds et secs. Cette réduction peut atteindre 30 % à proximité du brise-vent (moins de 10 fois sa hauteur).

On évite ainsi une ETP trop élevée (d'où fermeture des stomates et flétrissement momentané des feuilles, un avortement des fleurs provoqué par le dessèchement du pollen lors de la floraison). On réduit donc la consommation en eau de la culture.

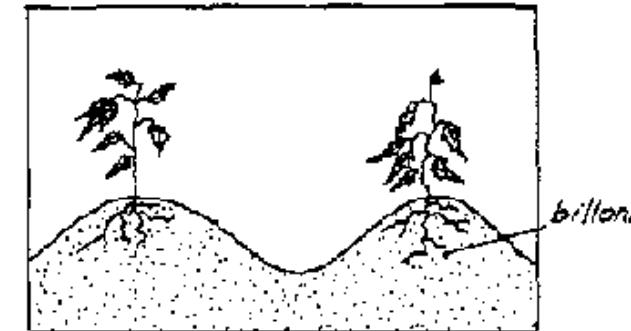
Mais il ne faut pas oublier que la plantation de "haies vives" (arbres) utilise une grande quantité d'eau et risque de consommer une partie de l'eau d'irrigation (à moins de disposer d'une nappe phréatique peu profonde). De plus les paysans se plaignent également de l'effet d'attraction sur les oiseaux qu'opèrent ces brise-vent avec des pertes accrues sur les cultures (riz ou mil en particulier).

### Le coefficient cultural KC

D'une manière générale, toute culture qui "couvre" entièrement le sol (c'est-à-dire dont l'indice foliaire est supérieur à 3) a une ETRM qui se rapproche de l'ETP (et peut même le dépasser légèrement). Par contre, dans les premiers stades d'une culture, lorsque les plantules ne couvrent qu'une petite partie de la surface, l'ETRM est nettement inférieure à l'ETP. On a observé que le rapport ETRM/ETP était relativement constant, pour une culture donnée, à un stade donné. On l'a intitulé "coefficient cultural" KC. (Voir le schéma page suivante.)

*Mais après semis (levée)*

$$ETRM = 0,4 \times ETP$$

*Tomates récemment repiquées*

$$ETRM = 0,75 \times ETP$$

"Deux mois plus tard"



Dans les deux cas, le sol n'est plus visible vu de dessus.

**Voici quelques valeurs indicatives de KC (d'après la FAO):**

Coton:	du semis au démariage KC	0,5
	démariage/ floraison	0,8
	floraison/récolte	1,0
Tomates:	après repiquage	0,75
	floraison	1,1
	fructification	0,9
Oignons:	pleine croissance	1,0
	maturisation	0,7
Riz:	pratiquement en permanence (sauf maturation 0,9) (14)	1,2
Mais:	au semis	0,4
	croissance (de 20 à 50 jours)	pas de 0,4 à 1,1
	floraison/ épiaison	1,15
	maturisation	0,6
Sorgho:	semis	0,4
	croissance	0,4 à 1,0
	épiaison	1,0
	maturisation	0,5

(14) N.B. Dans le cas du riz il convient de ne pas oublier les besoins en eau de la pépinière et la mise en eau des rizières.

**Estimation des besoins en eau d'une culture**

On peut estimer les besoins en eau d'une parcelle sur la base de l'ETP mesurée ou estimée, et du coefficient cultural de la culture.

*Exemple I*

Une parcelle de 0,4 ha de maïs a été semée au mois de juillet, vers Mopti (P annuelles moyennes = 500 mm). On ne dispose pas de station permettant de mesurer l'ETP en bac. Comment estimer les besoins en eau de cette parcelle? D'après le tableau p 302, l'ETP est d'environ 7 mm/j à cette période. Étant donné que KC = 0,4, le besoin estimé sera de  $7 \times 0,4 = 2,8 \text{ mm/j}$ , équivalent à 19,6 mm/semaine. Le volume d'eau correspondant à cette lame d'eau peut être calculé ainsi. Une lame d'eau de 19,6 mm sur 1 ha représente un volume de  $(19,6000) \times 10000 \text{ m} = 19,6 \times 10 = 196 \text{ m}^3 = 196000 \text{ litres}$ . Pour 0,4 ha, le volume nécessaire pour une semaine est donc de  $196 \times 0,4 = 78,4 \text{ m}^3$ .

#### *Exemple 2*

Une parcelle de 0,3 ha de tomates arrive à floraison au mois de janvier près de Saint-Louis. L'ETP mesurée à Saint-Louis représente 37 mm la première semaine, 45 mm la deuxième semaine, 54 mm la troisième semaine et 42 mm la dernière semaine. Quel est alors le besoin en eau de la parcelle de tomates pour le mois? L'ETP cumulée des quatre semaines représente 178 mm pour le mois. Le coefficient cultural de la tomate est de 1,1, ses besoins en eau représentent donc  $1,1 \times 178 = 196 \text{ mm}$ , soit 1960 m/ha ou 588 m<sup>3</sup> pour la parcelle de 0,3 ha.

### Réserves en eau des sols, calcul de la dose d'irrigation

La réserve utile (RU) est la quantité d'eau stockée dans le sol qui peut être absorbée par les racines des plantes (entre la capacité de rétention et le point de flétrissement). En général, cette réserve utile pour les plantes dépend essentiellement de la granulométrie des sols et varie à l'inverse de la perméabilité: les sols argileux ont une réserve utile supérieure aux sols sableux, mais ils sont moins perméables.

En l'absence de mesures précises, qu'il faut faire au laboratoire, on peut donner les ordres de grandeur suivants de cette capacité utile:

Sols sableux 6 %

Sols moyens (limoneux-sablo/argileux) 12 %

Argiles 16 %

En pratique, on déconseille d'attendre que le sol soit revenu au point de flétrissement avant de pratiquer une irrigation. On déclenche l'irrigation dès que la "réserve facilement utilisable" (RFU) a été consommée. Le rapport RFU/RU dépend de tout un ensemble de facteurs, en particulier la densité des racines (et donc le volume de sol effectivement utilisé par les racines). Pour faciliter les calculs, on considère souvent que ce rapport est fixe et que  $\text{RFU}/\text{RU} = 2/3$ , mais en réalité, les sols argileux sont souvent compacts et moins bien explorés par les racines que les sols sableux et on recommande les rapports suivants:

Sols argileux:

RFU/ RU 0,5 (15)

Sols limoneux:

RFU/ RU      0,65

Sols sableux:

RFU/ RU      0,75

*(15) Il s'agit d'une estimation très approximative, car on a pu montrer que le rapport RFU/RU dépend des cultures. Dans un même sol les cultures résistantes à la sécheresse disposent d'une RFU plus importante que les cultures sensibles. Il faut considérer que les cultures maraîchères disposent d'une RFU réduite par rapport aux céréales; elles doivent donc recevoir des doses d'irrigation plus petites mais plus fréquentes (voir plus bas le calcul de la dose et de la fréquence des irrigations).*

La dose (volume d'eau) qu'il faut apporter à chaque irrigation dépend de la profondeur explorée par les racines et de la nature du sol:

RU X (RFU / RU) X Profondeur enracinement.

Par exemple, pour une culture de radis sur un sol sableux, on peut estimer que les racines n'explorent pas plus de 20 cm. La dose d'irrigation sera donc de  $6 \% \times 0,75 \times 0,2 \text{ m} = 0,009 \text{ m} = 9 \text{ mm}$ . Il faudra donc arroser tous les jours (si ETRM = 4,5 mm/j, ce qui est en général le cas). Par contre, pour une culture de tomate arrivée à floraison en terre franche (racines atteignant 60 cm de profondeur): Dose =  $16 \% \times 0,5 \times 0,6 \text{ m} = 48 \text{ mm}$ . Si l'ETP est de 6 mm/j, il suffit d'arroser tous les 7 jours (compte tenu du coefficient cultural de 1,1, l'ETRM est de 6,6 mm/j).

Note 1: Il faut remarquer à ce sujet que, lorsque les paysans (souvent des femmes) pratiquent l'arrosage manuel, ils ont tendance à arroser chaque jour, et même parfois matin et soir, quelle que soit la culture et son stade de développement. Cette pratique se rapproche du goutte-à-goutte et elle aboutit à un développement insuffisant du système racinaire qui reste localisé en surface, et donc une fragilité des plantes aux moindres sécheresses temporaires, par exemple un arrêt de l'arrosage pendant quelques jours ou une chaleur exceptionnelle. Il serait donc utile dans ces cas de vulgariser la notion d'espacement progressif des arrosages (avec augmentation de la dose apportée à chaque fois) lors de la croissance de la culture.

Note 2: Les calculs précédents sont valables lorsque les risques de salinisation sont nuls. Quand il existe des risques de salinisation (voir l'annexe 1), les doses doivent être majorées d'assurer le lessivage régulier des sels en excès.

## Programmation des irrigations

Nous pouvons calculer de manière assez simple les besoins d'une parcelle durant une période donnée; il nous faut pour cela disposer d'une estimation de la réserve facilement utilisable du sol, en fonction de la profondeur d'enracinement de la culture, et d'un relevé de la pluviométrie journalière sur le périmètre (ou sur un point peu éloigné, car la pluie varie parfois beaucoup dans l'espace).

Prenons le cas suivant: Un champ de coton avant floraison, au mois de septembre, en sol argilo-sableux dans la région de Maradi (Niger). Le dernier arrosage de 100 m date du 3 septembre. Le climat est de type soudano-sahélien ( $P = 650 \text{ mm/an}$  en moyenne). La RFU de ce sol peut être estimée à 6,5 % du volume et l'enracinement du coton atteint 80 cm (la RFU est donc de  $6,5 \% \times 80 = 52 \text{ mm}$ ). (Voir encadré "Dose d'irrigation et capacité des sols"). D'après notre table de l'ETP, on peut estimer l'ETP moyenne journalière de la période à 5 mm/jour (16). La table des coefficients culturaux nous donne un Kc de 0,8. On enregistre début septembre les pluies suivantes: le 5 septembre, 30 mm et le 15 septembre, 12 mm.

(16) Il est évidemment préférable d'utiliser les données réelles de l'ETP mesurées dans la région, si elles sont disponibles. Sinon, on peut empiriquement majorer cette ETP moyenne journalière de 50 % en période anormalement chaude et venteuse, et la minorer de 30 % en période anormalement nuageuse.

Nous pouvons alors reconstituer l'évolution des réserves en eau du sol (RFU): voir pour cela le tableau page suivante. On voit d'après cette estimation que la RFU est épuisée aux alentours du 21 septembre, et qu'il faut donc programmer une irrigation de 52 mm à cette date (17). (On voit qu'au 13/9, deux tiers de la RFU ont déjà été utilisés). Pour estimer le volume réel d'eau à apporter afin d'assurer le remplissage de la RFU, il faut tenir compte de l'efficience de l'application au champ. Si par exemple il s'agit d'une irrigation par bilions, d'efficience estimée à 55 %, il faudra apporter une lame d'eau de:  $(52: 0,55) = 95 \text{ mm}$ , soit  $(0,095 \times 10000) = 950 \text{ m/ha}$ .

(17) Là encore, en admettant que les risques de salinisation sont faibles. Dans le cas contraire, il faut augmenter la dose apportée en conséquence.

Si le débit moyen fourni par l'arroseur de la parcelle considérée est de 15 l/s, et que la parcelle a une surface de 0,37 ha, la durée de la fourniture d'eau devrait représenter  $(950000 \times 0,37)/15 = 23433 \text{ s}$ , soit 6 h 30 environ.

#### ÉVOLUTION DES RÉSERVES EN EAU DU SOL (RFU)

	MOIS DE SEPTEMBRE																			
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
ETP estimée	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
ETR estimée	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Pluie	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	
P-ETR	-4	-4	+26	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	+8	-4	-4	-4	-4	
RFU	52	48	52	48	44	40	36	32	38	24	20	16	12	20	16	12	8	4	0	
Pertes par percolation profonde	-	-	-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

#### Estimation des futurs besoins en eau d'un périmètre

##### Méthode générale

Il peut être utile également d'utiliser la méthode de l'ETRM pour prévoir les besoins en eau d'un futur périmètre (ou d'une campagne agricole future) en fonction de l'assoulement prévu. Dans le cas de ressources en eau limitées (cas des barrages ou petits cours d'eau par exemple), cela permet de prévoir si la ressource en eau disponible (ou prévisible) suffira à assurer l'irrigation du périmètre jusqu'à la récolte. On peut ensuite estimer sur la même base le débit moyen et maximum (appelé débit de pointe) que devront fournir les pompes ou prises d'eau et que devra véhiculer le système de transport de l'eau.

Ce calcul est donc très important lors de la conception d'un périmètre. Il est habituellement réalisé par des spécialistes s'il s'agit de périmètres moyens ou grands, mais les techniciens doivent pouvoir répondre, même avec une précision moindre aux questions des futurs usagers sur le choix des pompes, la taille des canaux, etc. pour

des petits périmètres. Nous donnons ci-dessous une méthode simplifiée de calcul de cet objectif.

#### Exemple

Une étude préalable d'un site proposé pour l'irrigation montre qu'il existe une première zone limono-sableuse, de perméabilité moyenne (0,5 mm/heure) avec des pentes assez importantes (1,5 %), sur 8 ha, et une deuxième zone plus argileuse, avec des pentes faibles (0,3 % en moyenne) et des problèmes de drainage, sur 16 ha (perméabilité - 4 mm/j). Compte tenu du nombre d'agriculteurs intéressés (50 hommes et 80 femmes appartenant à 22 familles), il est décidé de cultiver l'ensemble du périmètre (en complément des cultures pluviales) en maraîchage et riz, selon le calendrier approximatif suivant:

REPÈRES CLIMATIQUES	premières pluies	- juillet	- août	fin des pluies	- novembre	- décembre
Date habituelle	juin	juin - août		sept - nov		
Dates extrêmes	juillet					
CULTURES TRADITIONNELLES PLUVIALES						
Hommes (sorgho)	semis	début sarclage, démariage	2 <sup>ème</sup> sarclage	récolte	-	-
Femmes (arachides)	préparation du sol	semis	sarclage		récolte	
RIZ IRRIGUÉ (16 ha)	remise en état des canaux	pépinières pré-irrigation du sol	repiquage mise en boue	désherbage	récolte	
MARAÎCHAGE IRRIGUÉ	-	-	-	préparation du sol, pépinières	semis/ repiquage	cultures, 1 <sup>ère</sup> récolte, et récoltes suivantes jusqu'en mars

On calcule tout d'abord les besoins normaux du périmètre en fonction des paramètres suivants:

- date moyenne des pluies;
- précipitations atteintes dans 80 % des cas;
- efficience de l'irrigation du maraîchage sur planches placées dans des petits bassins = 60 %;
- efficience de l'irrigation du riz (petits casiers bien planés) = 80 %;
- pertes par drainage dans les sols argileux (riz) = 4 mm/j = 120 mm/mois (40 m<sup>3</sup>/ha/j);

- efficience espérée de la distribution (riz 80 %, autres cultures 70 %);
- besoin en eau pour la mise en boue des rizières (saturation sur 50 cm + 10 cm de lame d'eau = 200 mm de lame d'eau à apporter avant la culture).

On obtient l'estimation des besoins suivants (voir le tableau pages suivantes).

### **ESTIMATION DES BESOINS EN EAU D'UN PÉRIMÈTRE**

	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Févr.	Mars	Avril
[1] Etp estimée en mm (zone sahélienne)	210	180	180	210	210	240	240	270	270	270
[2] Pluviométrie atteinte ds 80 % des cas (mm)	50	110	90	50	20	-	-	-	-	-
[3] Riz (surface en ha)	16	16	16	16	16	16	-	-	-	-
[4] Besoins mise en boue/ percolation (mm)	200	120	120	120	120	0	-	-	-	-
[5] Kc (coefficent Etr)	0,5	1,0	1,1	1,1	1,1	0,5	-	-	-	-
[6] Besoins nets d'irrigation ([5] x [1]) + (4) - (2)	200	190	228	301	331	120	-	-	-	-
[7] Efficience globale pour le riz ( $0,8 \times 0,8$ )	64 %	64 %	64 %	64 %	64 %	64 %	-	-	-	-
[8] Besoin brut/ ha en m <sup>3</sup> ([6]/ [7]) x 10 (Riz)	3980	2970	3562	4703	5172	1875	-	-	-	-
[9] Besoin total en m <sup>3</sup> [8] x [3] (pour 16 ha)	63680	47500	56992	75248	82752	30000	-	-	-	-
[10] Maraîchage (surface en ha)	-	-	-	4	6	8	8	8	6	4
[11] Kc Coefficient cultural	-	-	-	0,4	0,8	1,0	1,1	1,1	0,8	0,6
[12] Besoin net d'irrigation (en mm) ([1]x[1])- [2]	-	-	-	34	148	240	264	297	216	162
[13] Efficience globale ( $0,6 \times 0,7 = 0,42$ )	-	-	-	42 %	42 %	42 %	42 %	42 %	42 %	42 %
[14] Besoin brut/ ha en m <sup>3</sup> ([12]/ [13]) x 10	-	-	-	810	3524	5714	6286	7071	5143	3857
[15] Besoin total en m <sup>3</sup> [14] x [10] (Maraîchage)	-	-	-	3240	21144	45712	50288	56568	30858	15428
[16] Besoin total du périmètre en m <sup>3</sup> [15]+[9]	63680	47500	56992	78488	103896	75712	50288	56568	30858	15428

Le besoin de pointe se situe donc en novembre (104000 m<sup>3</sup>). On peut ensuite assez facilement évaluer l'effet d'une variation des longueurs de cycle et périodes de culture sur les besoins en eau:

- Riz planté un mois plus tôt: Le besoin de pointe diminue (77000 m<sup>3</sup> en juin, 80000 m<sup>3</sup> en octobre). (Mêmes effets si le cycle est plus court).
- Riz planté un mois plus tard: Le besoin de pointe augmente (144000 m en décembre). Si on admet que la floraison du riz a eu lieu fin novembre, on peut

cependant prévoir une réduction de 20 % des apports d'eau en décembre ramenant le besoin de pointe à 125000 m.

- Maraîchage débuté un mois plus tôt: Le besoin de pointe augmente (120000 m<sup>3</sup> en novembre).

Si l'on se base sur une durée moyenne de pompage de 8 h par jour, 25 jours par mois, il faut donc prévoir un débit en tête du réseau de 550 m<sup>3</sup>/h (correspondant à 153 l/s) pour obtenir un maximum de 110000 m par mois, et la possibilité d'obtenir 120000 m en allongeant de 10 % la durée journalière de pompage (18). Il faut remarquer cependant qu'il s'agit là d'une estimation relativement pessimiste, qui est basée sur des efficiencies du réseau médiocres et une perte par percolation relativement élevée, aboutissant à une consommation totale de 22000 m<sup>3</sup>/ha pour le riz (variété de longue durée, 5 mois) et de 35000 m<sup>3</sup>/ha pour le maraîchage (deux cycles).

(18) Voir à la page suivante comment calculer le débit de pointe.

Si l'on a des sols suffisamment argileux à perméabilité réduite (1 mm/j au lieu de 4), on réduit les besoins totaux de 5600 m/ha de riz, soit 22000 m<sup>3</sup>/mois en besoin de pointe. Si par ailleurs, on améliore l'efficience de l'irrigation pour atteindre 80 % sur le riz, et 60 % sur le maraîchage, on diminue encore les besoins du riz de 3400 m<sup>3</sup> (pour arriver à un besoin moyen de 13000 m<sup>3</sup>/cycle) et ceux du maraîchage de 12000 m<sup>3</sup> (pour aboutir à 23000 m<sup>3</sup>, ou 11500 m<sup>3</sup>/cycle). Le besoin de pointe est alors réduit à 75000 m en novembre, et on peut se contenter d'un débit moyen de 370 m/h (105 l/s).

Ces chiffres correspondent tout à fait aux moyennes observées par la SAED au Sénégal sur des riz de quatre mois: consommation calculée (en hivernage) = 11600 m<sup>3</sup>/ha (pour une efficience du réseau de 80 %); consommations observées: de 8 à 18000 m/ha; débit moyen nécessaire pour des durées de pompage: 10 h/j = 4 l/s/ha.

Pour terminer l'étude de notre exemple, il faut considérer ce qui va se passer en année "sèche" (1 année sur 5 en moyenne) si les agriculteurs décident de faire du maïs en août sur la zone réservée au maraîchage.

Les besoins vont se décomposer ainsi (en reprenant nos premières hypothèses, mais avec une pluviométrie réduite):

	Juillet	Août	Septemb.	Octobre	Novembre	Décembre
Pluviométrie	20 mm	50 mm	100 mm	20 mm	-	-
Besoin riz/ha	4600 m <sup>3</sup>	3900 m <sup>3</sup>	4790 m <sup>3</sup>	5140 m <sup>3</sup>	5480 m <sup>3</sup>	1875 m <sup>3</sup>
Besoin total riz (16 ha)	73600 m <sup>3</sup>	62400 m <sup>3</sup>	7660 m <sup>3</sup>	82200 m <sup>3</sup>	87700 m <sup>3</sup>	30000 m <sup>3</sup>
KC maïs	-	0,4	1,0	1,2	0,6	-
Besoin maïs/ha	-	1300 m <sup>3</sup>	2000 m <sup>3</sup>	5700 m <sup>3</sup>	3150 m <sup>3</sup>	-
Besoin total	-	10400 m <sup>3</sup>	16000 m <sup>3</sup>	45600 m <sup>3</sup>	25200 m <sup>3</sup>	-
Besoin total	73600 m <sup>3</sup>	72800 m <sup>3</sup>	92600 m <sup>3</sup>	127800 m <sup>3</sup>	112900 m <sup>3</sup>	3000 m <sup>3</sup>



On voit que, pour assurer l'alimentation en eau dans cette hypothèse, il faut prévoir un débit de pointe ( $128000 \text{ m}^3/\text{mois}$ ) supérieur de 22 % aux besoins des années normales. Il est donc difficile de fournir des "normes" d'irrigation valables dans tous les cas, car les quantités d'eau effectivement nécessaires dépendent énormément de la perméabilité des sols (en riziculture), de la qualité du nivellement et de la maîtrise de l'eau dans la parcelle, mais aussi de l'organisation et de l'efficience de la distribution. La meilleure solution consiste à utiliser les résultats observés dans des périmètres similaires de la région et à les adapter au site proposé, en fonction des sols et des cultures prévues.

### **Le calcul du "débit de pointe"**

Pour passer du "volume mensuel maximum" d'eau à délivrer au "débit de pointe", on doit estimer les paramètres suivants: le nombre maximum de jours d'irrigation par mois (retirer les jours chômés obligatoires) et la durée maximale journalière de l'irrigation. Ces deux données doivent être现实的, c'est-à-dire basées sur les pratiques habituelles et les souhaits des paysans dans la région. (Il est très rare par exemple qu'on observe des paysans sahéliens irrigant la nuit, même en cas de pénurie évidente. Il est donc illusoire de prévoir une durée d'irrigation de 20 h/j en période de pointe).

Dans l'exemple ci-dessus, le volume maximum à délivrer est de  $128000 \text{ m}^3/\text{mois}$ . Si l'on se base sur une durée de l'irrigation de 10 h/jour (de 8 h du matin à 18 h), et sur un nombre total de 26 j/mois, on aboutit à une durée totale d'irrigation de 260 h/mois. Le débit minimum de la pompe et du réseau doit donc être de  $128000/260 = 492 \text{ m}^3/\text{h}$  ou 13,7 l/s.

En l'absence de références régionales, il vaut mieux voir "trop grand" que trop petit. Certes, une pompe surdimensionnée risque d'entraîner des coûts d'amortissement anormalement élevés; par contre une pompe trop petite et un réseau sous-dimensionné risquent d'entraîner des conflits aigus au sein du périmètre ou un allongement du tour d'eau tel que l'on perd tout bénéfice de l'irrigation. Pour faciliter l'étude d'un pré-projet, on peut utiliser les valeurs suivantes, à titre indicatif:

### **BESOIN EN EAU DE DIVERSES CULTURES (débit de pointe en l/s/ha pour une irrigation de 10 h/j, 26 j/mois, pour la zone sahélienne)**

<b>EFFICIENCE GLOBALE DE L'IRRIGATION ET PERMÉABILITÉ DES SOLS</b>			
	<b>Bonne efficience (80 %) et faible perméabilité</b>	<b>Bonne efficience et perméabilité moyenne</b>	<b>Efficience moyenne (60 %) et perméabilité moyenne</b>
Riz en hivernage	3,2	4,0	5,3 *
Riz en contre-saison chaude	3,8	4,8	6,5 *
	Bonne efficience (60 %)	Efficience moyenne (50 %)	Efficience faible (40 %)
Céréale (mais) en hivernage (semis en juillet)	2,9	3,5	4,3
Céréale ou maraîchage, contre-saison fraîche (semis en octobre)	3,0	3,6	4,5
Céréale ou maraîchage, contre-saison chaude (semis en janvier)	4,4 *	5,3 *	6,7 *

\* Dans ces conditions, il faut éviter l'irrigation de céréales (coût trop élevé); par contre cela peut se justifier en maraîchage car la valeur de la production par hectare est bien plus élevée.

## Le choix des groupes motopompes

### Analyse des conditions d'utilisation

Le choix doit être fait en tenant compte des conditions d'utilisation, car un mauvais choix aura trois conséquences:

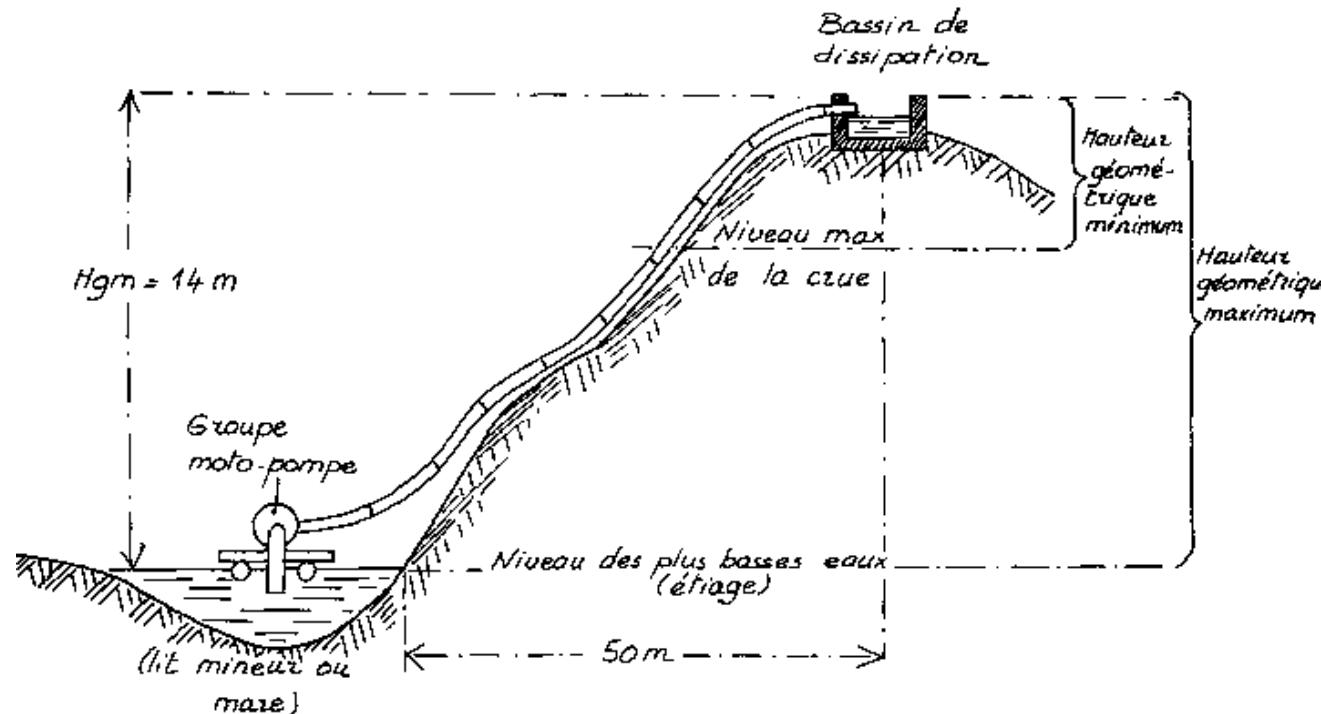
- le risque d'obtenir un débit inférieur aux besoins ou bien trop important (dans ce cas, dépense inutile pour une motopompe surdimensionnée);
- un mauvais rendement, aboutissant à une consommation excessive de carburant (ou d'électricité pour les pompes électriques) par rapport à la quantité d'eau pompée;
- une usure excessive et prématuée des moteurs.

Pour effectuer ce choix correctement, il faut tout d'abord disposer des éléments suivants:

- débit maximum de pointe nécessaire (voir paragraphe "besoins en eau");
- hauteur géométrique maximum de pompage (c'est la différence d'altitude entre le niveau de l'eau le plus bas [à l'étiage] et le niveau du bac où arrive le tuyau);
- longueur et diamètre des tuyaux d'aspiration et de refoulement (car ils déterminent la "perte de charge" en cours de pompage, c'est-à-dire la pression supplémentaire que la pompe doit vaincre pour pousser l'eau dans les tuyaux. Elle est plus importante pour de petits que pour de grands diamètres et augmente avec la longueur de la tuyauterie);
- s'il y a une variation du niveau de l'eau (cas des rivières en général, souvent aussi des puits et forages dont le niveau baisse en cours de pompage), il faut connaître également le niveau le plus haut, et donc la hauteur géométrique minimum de pompage.

En fonction de ces éléments, il faut consulter les courbes données par les constructeurs de pompes pour sélectionner celles qui ont des rendements satisfaisants dans les conditions prévues, et qui disposent d'un moteur fournissant une puissance légèrement supérieure (25 % est une marge satisfaisante) à la puissance absorbée par la pompe.

Prenons un exemple: Le schéma ci-dessous illustre le profil de l'installation, dessiné d'après l'étude topographique qui détermine l'emplacement souhaitable pour le GMP (groupe motopompe) et le bassin de dissipation (point le plus haut du périmètre).



Choix d'un groupe motopompe sur bac flottant (d'après J.F. Guy - CEEMAT)

Les données caractéristiques sont les suivantes:

- Débit de pointe nécessaire (calculé pour un PI de 10 ha en contre-saison chaude)	250 m <sup>3</sup> /h (69 l/s)
- Hauteur géométrique maximum	14 m
- Perte de charge (crêpine + tuyaux)	2,60 m (pour débit max. 69 l/s)
- Hauteur manométrique maximum (pression à laquelle la pompe fonctionne)	16,60 m
- Hauteur manométrique minimum (* la perte de charge dans les tuyaux est inférieure, car leur longueur est moindre).	3,5 m + 1,6 m* = 5,10 m

### Choix du moteur (thermique)

Il est difficile de donner des critères généraux permettant de choisir plutôt un moteur diesel qu'un moteur essence, selon les conditions d'utilisation locales. On observe en général que les pompes sont équipées d'un moteur diesel quand leur puissance dépasse 10 CV, alors que les pompes de moins de 5 sont pour la plupart à essence.

Les éléments suivants permettent la comparaison (à puissance égale):

	ESSENCE	DIESEL
COÛT	Moins cher à l'achat	Plus cher et lourd (coût du transport)
DURÉE DE VIE DU MOTEUR	Inférieure (3 - 4000 h)	Supérieure (5 - 8000 h maximum)
CONSOMMATION	Plus élevée, plus chère	Moins élevée, moins chère
ENTRETIEN	Plus complexe	Plus simple
PIÈCES ÉTACHÉES, GROSSES RÉPARATIONS	Plus faciles (mécaniciens plus nombreux)	Difficiles
AUTRES ASPECTS	Résiste moins bien aux fortes chaleurs (vaporisation)	Difficulté parfois d'obtenir le carburant diesel

Les trois premiers éléments (coût d'achat, durée de vie, consommation en carburant) donnent une idée du coût moyen d'utilisation comparé.

Par exemple, un 10 CV diesel, coûtant 500000 Fcfa, qui durera (on l'espère) 60 heures et consomme en moyenne 2,21 de gas oil à l'heure, huile non comptée, coûte, par heure de pompage (hors entretien):

$$(500000 / 6000) + (2,2 \times 150 \text{ Fcfa/l}) = 84 + 330 = 414 \text{ Fcfa/h},$$

alors qu'un moteur essence de 200000 Fcfa, mais consommant 2,8 l d'essence à l'heure, reviendra hors entretien (s'il dure 4000 h) à:

$$(200000 / 4000) + (2,8 \times 220 \text{ Fcfa/l}) = 50 + 616 = 666 \text{ Fcfa/h}.$$

Les autres éléments (facilité d'approvisionnement et de réparation) doivent cependant être pris en considération, car lorsqu'on a une panne sérieuse du diesel en cours de campagne, et qu'il faut deux mois pour réparer, la perte de la récolte représente un "coût supplémentaire" énorme.

Nous rappelons ici les autres aspects à prendre en considération dans le choix d'un moteur de pompage (19).

(19) *D'après le CEEMAT (Orry et Dupuis).*

Dans le cas des diesel de plus de 10 CV:

- la puissance maximale fournie par le moteur doit être de 20 à 25 % supérieure à la puissance maximale absorbée par la pompe, dans les conditions les plus difficiles;

- les vitesses de rotation faibles préférables (1500 t/mn) car moins d'échauffement et usure des moteurs;
- refroidissement à air, nettoyage des ailettes facile;
- démarrage manuel;
- double filtration de l'air préférable (filtre à bain d'huile + filtre à cartouche);
- filtration du gas-oil y compris cuve de décantation transparente avec vis de vidange;
- réservoir de gas-oil d'une capacité suffisante pour 10 h de fonctionnement sans arrêt, fixé sur le châssis afin de ne pas subir les vibrations du moteur;
- sécurité, arrêt automatique en fonction de la température et de la pression d'huiler;
- compte-tours et compteur horaire;
- butées sur la manette des vitesses afin de limiter la plage de variation;
- le moteur et la pompe doivent être montés sur un châssis robuste, parfaitement alignés, avec un accouplement direct (semi-rigide) largement dimensionné.

### Choix de la pompe

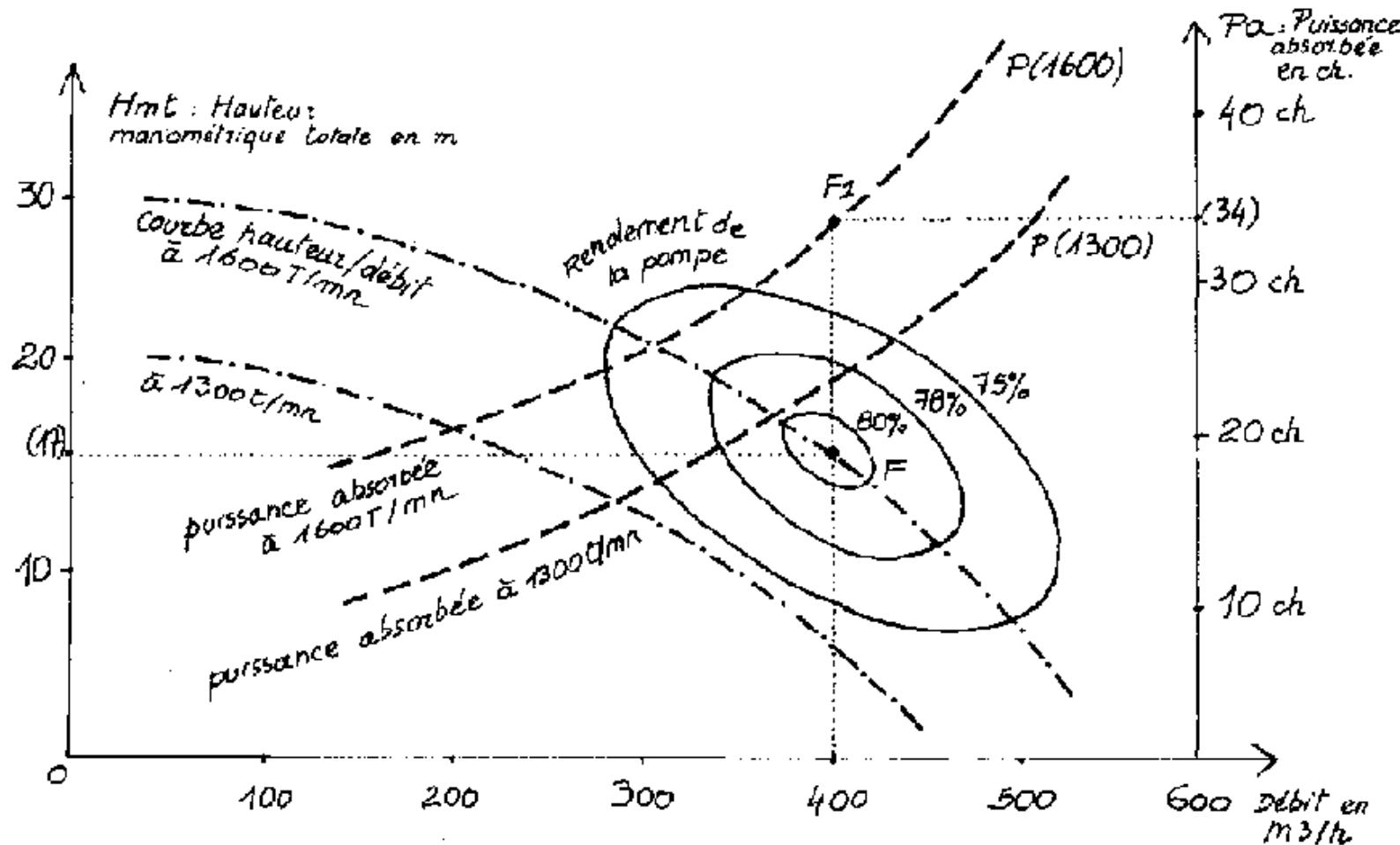
Il est important de choisir une pompe dont le rendement sera optimum à la hauteur manométrique et à la vitesse de rotation prévue. Le rendement d'une pompe se définit comme le rapport entre l'énergie hydraulique fournie (poids de l'eau multiplié par hauteur manométrique de pompage) et l'énergie mécanique absorbée par la pompe.

Une pompe prévue pour fonctionner à l'optimum pour une Hmt de 40 m (avec un rendement de 80 % par exemple) ne fonctionnera que médiocrement à 10 m de hauteur (le rendement va chuter à 60 %). Cela signifie qu'elle fournira un débit inférieur de 25 % à celui donné par une pompe mieux adaptée, dont le rendement sera optimum à 10 m Hmt, pour une même puissance absorbée, et donc que le coût du m d'eau pompée sera d'un tiers plus élevé. Pour choisir correctement la pompe, il faut la courbe caractéristique du constructeur, qui donne le débit obtenu en fonction de la Hmt, pour différentes vitesses de rotation, ainsi que les rendements de pompage et les puissances absorbées aux différents régimes. Par exemple, pour éléver 69 l d'eau par seconde de 16,6 m (hauteur manométrique totale), il faut une puissance mécanique de  $69 \times 9,8 \text{ N/kg} \times 16 \text{ m/s} = 10819 \text{ W}$ . Si une pompe consomme 17,4 Kw (23,6 ch) (20) pour obtenir ce résultat, elle a un rendement de  $10,82 / 17,4 = 62\%$  (pour ce débit et cette pression).

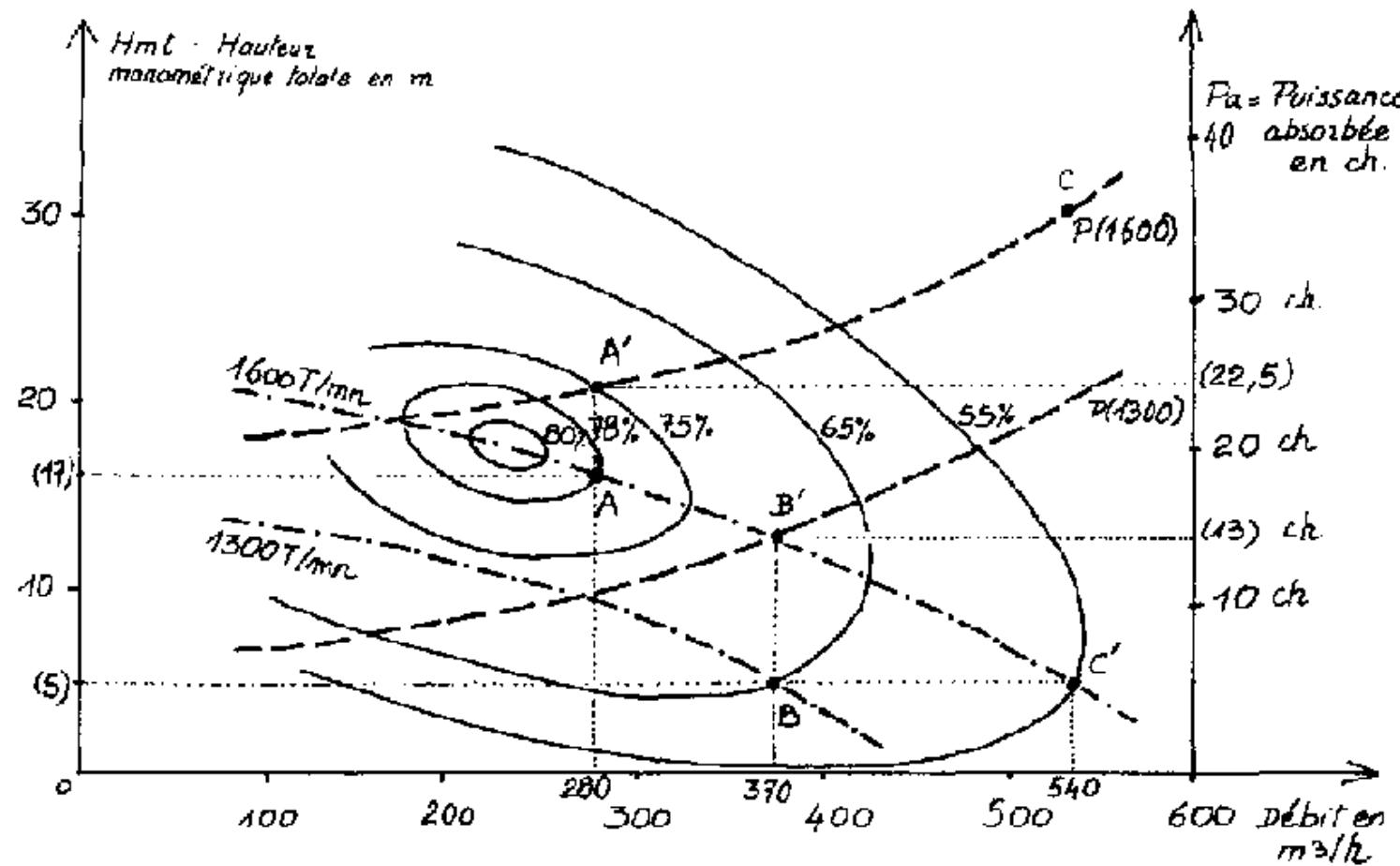
(20) Rappelons que 1 ch = 736 W.

Si l'on compare les courbes caractéristiques des deux pompes différentes (voir les graphiques ci-dessous), on voit qu'il est préférable de choisir la seconde pompe, malgré un rendement légèrement plus faible, car la première fournit un débit trop important ( $400 \text{ m}^3/\text{h}$ ) à la Hmt prévue, et consomme donc une énergie supérieure (34

ch). Il faudra alors l'accoupler à un moteur plus gros. (Points F et F'). On constate que la deuxième pompe (courbe page suivante) consomme 22,5 ch à 1600 tr/mn pour fournir 280 m<sup>3</sup>/h à 17 m de Hmt (rendement 78 %). (Points A et A'). Il faudra donc, pour l'entraîner, un moteur pouvant délivrer une puissance nette continue de 22,5 + 20 % = 27 ch à 1600 tr/mn (norme Din A6270).



Courbe caractéristique de la pompe n°1



Courbe caractéristique de la pompe n°2

Il faut ensuite étudier comment la pompe va fonctionner lorsque le niveau du fleuve remonte. Si on laisse le moteur tourner à vitesse constante (1600 t/mn), le débit délivré va augmenter fortement (540 m<sup>3</sup>/h à 5 m de Hmt), et le rendement de la pompe va chuter (aux alentours de 55 %). Sur certaines pompes, on peut observer que la puissance absorbée augmente lorsque la hauteur de pompage diminue et on risque alors de faire travailler le moteur en surcharge, débouchant sur l'usure prématurée et la panne.

Cependant, il n'est pas forcément souhaitable de fournir un débit aussi important, qui risque de faire déborder les canaux, et de provoquer une érosion exagérée du réseau. On peut donc prévoir de réduire la vitesse de rotation du GMP au fur et à mesure de la montée du plan d'eau. Cependant, il n'est pas recommandé de réduire de plus de 20 % la vitesse de rotation si l'on veut éviter l'enrassement, le mauvais refroidissement et l'usure prématurée du moteur.

Dans ce cas précis, si on réduit la vitesse de 1600 à 1300 t/mn, on obtiendra un débit de 370 m<sup>3</sup>/h à 5 m Hmt, avec un rendement de 65 % (point B), et une puissance absorbée de 13,0 ch (point B' sur la courbe). Si ce débit est trop important pour le réseau d'irrigation, il est préférable de le réduire en fermant la vanne de régulation que de diminuer encore la vitesse du moteur. On perd un peu de rendement ainsi, mais on limite l'usure du moteur.

## Gestion de l'eau et entretien du périmètre

### Organisation de l'irrigation

#### Tour d'eau et aménagement des canaux

Il existe en gros quatre méthodes de distribution de l'eau:

- à la demande;
- en continu;
- tour d'eau de durée fixe;
- tour d'eau de durée variable.

- Distribution de l'eau "à la demande"

Chaque irrigant peut tirer la quantité qu'il désire, quand il le veut. Une telle méthode n'est possible que si le débit à la source peut varier très rapidement selon la demande, et que l'on dispose de canaux ou de canalisations très surdimensionnées par rapport aux besoins moyens. Il s'agit d'une méthode de distribution sophistiquée et coûteuse qui n'est guère utilisée en Afrique.

- Distribution "en continu"

Chaque irrigant dispose en permanence d'un débit fixe, proportionnel à sa surface irrigable. L'avantage est que le réseau de distribution peut être calculé au plus juste, chaque canal n'ayant qu'à véhiculer le débit moyen continu correspondant à la surface qu'il arrose. Par contre, dans le cas de petites parcelles (inférieures à 5 ha), le débit attribué à chaque irrigant est très petit, (inférieur à la "main d'eau"), difficile à répartir et, surtout, ce système suppose une présence quasi permanente sur les champs irrigués, sauf peut-être dans les casiers rizicoles (ou les systèmes d'irrigation localisés) où les paysans peuvent régler à l'avance la circulation et le stockage de l'eau d'une riziére à l'autre. Ce système est utilisé dans les réseaux d'irrigation traditionnels de Sri Lanka, du Népal et du Pérou, mais n'est pas fréquemment observé sur les petits périmètres africains.

#### *Organisation par tour d'eau de durée déterminée*

On attribue à chaque irrigant selon un "tour de rôle" un débit standard (la main d'eau) (21) pour une durée proportionnelle à la surface dont il dispose, et à la dose d'irrigation moyenne décidée au niveau du périmètre. Dans la pratique, pour simplifier les manoeuvres d'ouverture et de fermeture des vannes, et limiter les pertes par

infiltration, les paysans préfèrent organiser leur rotation arroseur par arroseur plutôt que de mettre en eau plusieurs arroseurs simultanément, avec une parcelle irriguée par arroseur. De ce fait, il faut prévoir que les arroseurs doivent être en mesure de véhiculer un débit nettement supérieur à la main d'eau, ou s'assurer par une sensibilisation appropriée que les paysans utiliseront autant d'arroseurs que de "mains d'eau" disponibles (5 à 10 pour un périmètre de 20 ha).

*(21) La main d'eau est le débit moyen qu'un irrigant expérimenté peut "manier", c'est-à-dire répartir correctement et uniformément dans ses champs. Ce débit dépend évidemment de la technique d'irrigation employée (l'irrigation par billons demande plus de travail que l'irrigation par bassin), du type de sol (on a besoin de débits plus importants en sol très sableux, perméables pour éviter que les pertes par infiltration lors de la distribution de l'eau au sein de la parcelle ne soient trop importantes), et de la qualité de l'aménagement (un nivellation correct facilite beaucoup l'irrigation). Les normes généralement admises en Afrique sont les suivantes: bassins rizicoles = 30 à 50 l/s; billons = 6 à 20 l/s; petits bassins traditionnels = 2 à 4 l/s.*

Si l'on dispose d'un débit total de 80 l/s, on peut donc le répartir en quatre mains d'eau sur les cultures billonnées ou deux sur les rizières. En revanche, si on décide d'organiser la distribution de l'eau de manière rigide, en s'assurant que chaque parcelle recevra la même dose, on procèdera ainsi:

- On décide de la dose d'irrigation souhaitable, en fonction de la réserve facilement utilisable des sols et de la profondeur de l'enracinement des cultures (voir plus haut "caractéristiques des sols").

Si, par exemple, on irrigue une céréale déjà développée dans un sol limoneux, on peut estimer la dose à apporter:

Dose = (1/efficience de l'irrigation) x Ru x 2 x h (profondeur des racines),

$$D = (1/0,6) \times 0,12 \times (2/3) \times 0,6 \text{ m} = 0,08 \text{ m} = 80 \text{ mm.}$$

La quantité correspondante est  $Q = D \times S = 0,08 \times 10000 = 800 \text{ m}^3/\text{ha.}$

Chaque parcelle devra recevoir une quantité d'eau calculée ainsi:

$$Q = D \times \text{Surface} \text{ (par exemple, pour 0,5 ha, } Q = 0,5 \times 800 = 400 \text{ m}^3\text{).}$$

Si la main d'eau est de 20 l/s, soit  $(20 \times 3600)/1000 = 72 \text{ m}^3/\text{h}$ , ou 1,2 m/mn, il suffira de  $400 / 1,2 = 333 \text{ mn}$  (5 h 33 mn) pour obtenir cette quantité.

- Compte tenu des surfaces des différentes parcelles (et éventuellement des cultures différentes pratiquées les blocs), le responsable de la gestion de l'eau établit un horaire d'irrigation fixé à l'avance. Prenons un exemple:

Débit de la pompe = 100 l/s, efficience du réseau = 80 %, débit disponible = 80 l/s.

20 parcelles de 0,5 ha de maïs à irriguer (main d'eau 20 l/s, dose 80 mm, quantité 400 m<sup>3</sup> en 5 h 33 mn, périodicité 8 jours).

20 parcelles de 0,7 ha de riz (main d'eau 40 l/s, dose 100 mm, quantité 700 m en 4 h 52 mn, périodicité 10 jours).

L'inconvénient d'un tel système est qu'il suppose une répartition bien précise des mains d'eau: il faut, pour éviter des contestations, pouvoir mesurer qu'un irrigant n'obtient pas une main d'eau supérieure à celle à laquelle il a droit, au détriment des autres. En général, on observe sur les périmètres la loi du "premier servi" qui fait que l'irrigant dont la parcelle est la plus proche du primaire a tendance à prendre un débit supérieur pour aller plus vite et augmenter un peu la dose, au détriment des parcelles situées en aval.

Faute d'un système très perfectionné (vannes type Neyrpic à niveau constant, modules à masques) et coûteux, qui doit faire l'objet d'un contrôle et d'une surveillance rigoureux, il est peu probable qu'un tel système puisse fonctionner correctement (22). De fait, le tour d'eau rigide ne s'observe que très rarement dans les groupements (voir cependant l'exemple de Sangare à Mbour).

(22) *Une solution qui pourrait peut-être être testée, en s'inspirant des pratiques des maraîchers du Burkina Faso, consisterait à diviser le périmètre en autant de blocs de même taille qu'on prévoit de mains d'eau, et à les approvisionner par des canaux indépendants (même s'ils sont parallèles) depuis le bassin de répartition central qui permettrait de contrôler facilement les niveaux. On aurait plus de canaux, mais de plus petite taille, et chaque bloc assurerait l'entretien de son canal.*

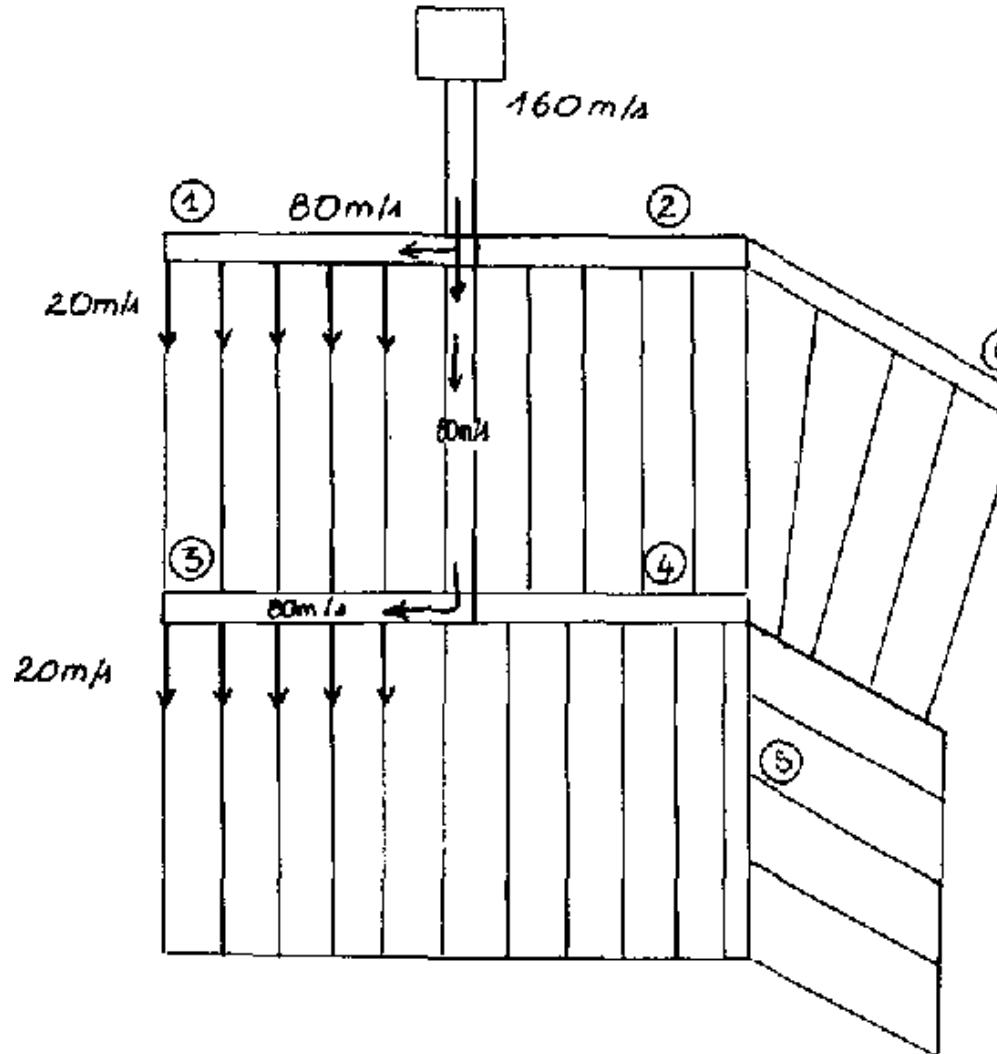
#### *Organisation souple du tour d'eau*

Pour éviter toute contestation, les groupements adoptent souvent des règles souples de gestion du tour d'eau (23). Le principe de base est que l'ordre de succession des parcelles est bien déterminé mais la durée de l'irrigation dépend du bon vouloir de l'exploitant, qui peut ainsi se satisfaire de ce que son champ a reçu "la bonne dose" même si le débit est faible. Des arrangements sont également possibles entre exploitants pour "échanger" leurs terres afin de pouvoir faire face à des obligations sociales extérieures au périmètre.

(23) *Voir "l'irrigation au Sahel" pour l'exemple des PI haalpulaar.*

Les avantages d'un tel système sont la souplesse, la facilité de contrôle, la satisfaction des individus et l'absence de conflits graves. Les inconvénients sont la tendance à apporter des doses excessives, surtout en cas de menace de pénurie (mais l'eau en excès percole en profondeur et est perdue pour tout le monde) ainsi que les risques d'allongement excessif du tour d'eau lors de périodes de pénurie, même légère par rapport aux besoins (sécheresse). Il n'y a guère de solution simple pour éviter ces problèmes. Certaines règles de bon sens peuvent être adoptées par les groupements pour éviter le gaspillage de l'eau (interdiction de drainer les parcelles après l'irrigation, limitation de la lame d'eau dans les rizières). Pour éviter l'allongement du tour d'eau, il est important de s'assurer que le dispositif de pompage et que les canaux soient largement dimensionnés par rapport aux besoins de pointe. Prenons par exemple le réseau suivant:

On pourrait imaginer d'organiser un tour d'eau où l'on répartit le débit maximum (160 l/s) entre huit arroseurs appartenant à deux secondaires différents: 1 et 3 seraient irrigués simultanément puis 2 et 4, puis 5 et 6. Selon ce tour d'eau, il suffirait de dimensionner deux secondaires pour véhiculer 80 l/s, et les arroseurs pour 20 l/s.



Organisation souple du tour d'eau

Dans la pratique, il est fort probable que ce tour d'eau rigide ne pourra être respecté à tout moment (lorsque par exemple un quartier termine d'arroser plus tôt qu'un autre, par suite de qualités des sols différentes, et que chaque secondaire peut être amené à véhiculer tout le débit de la motopompe). Par ailleurs, et pour la même raison, il risque de se produire des circonstances parfois accidentelles (fin d'irrigation, etc.) où seuls quatre arroseurs seront en service simultanément, il est donc souhaitable qu'ils puissent véhiculer au moins  $40 \text{ l/s}$  sans dommage. A partir de ces prévisions, l'aménagiste doit donc calculer, pour une pente donnée, la section à

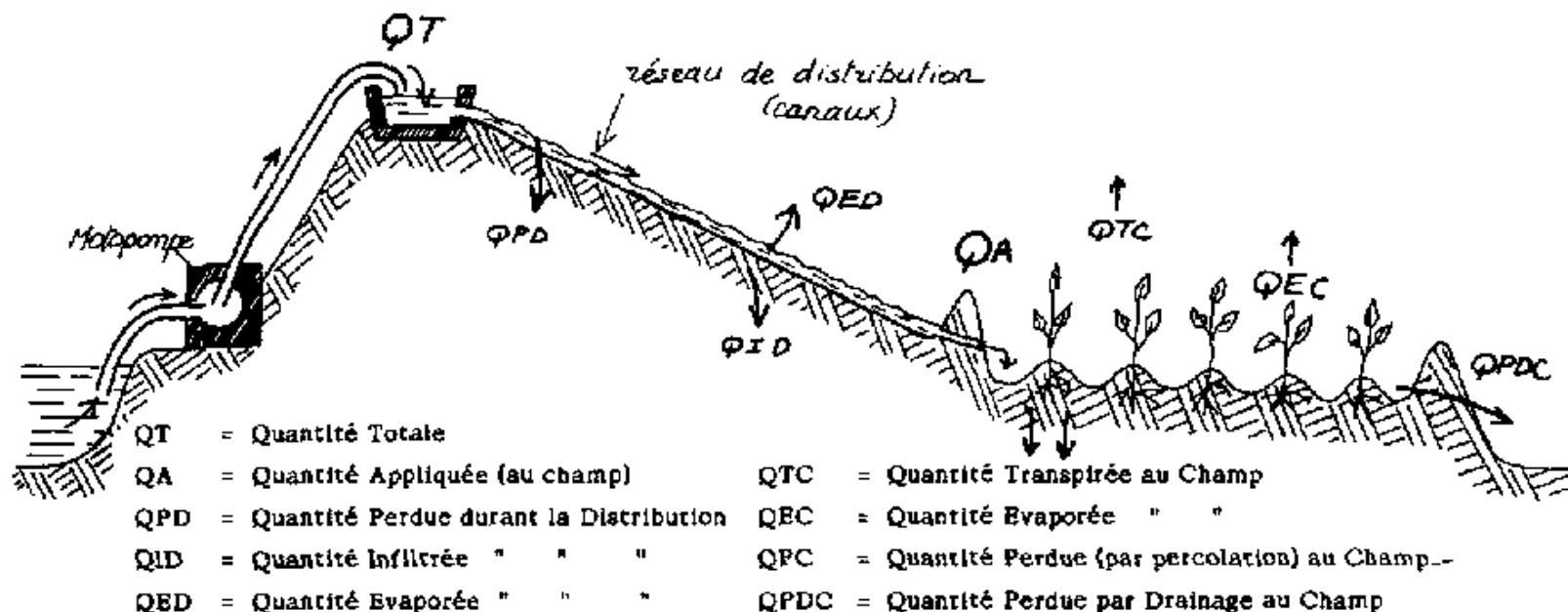
donner aux canaux, afin d'éviter tout dépassement de la vitesse maximale de 0,4 m/s.

## Mesure et amélioration de l'efficience de l'irrigation

### Le concept

L'efficience globale d'un périmètre irrigué, c'est le rapport entre la quantité d'eau totale prélevée dans la ressource et la quantité d'eau évaporée et transpirée dans les parcelles cultivées.

C'est aussi le produit de l'efficience de la distribution (rapport entre la quantité d'eau prélevée et la quantité d'eau qui arrive dans les parcelles cultivées après transport) et de l'efficience de l'application ou "efficience au champ" (rapport de la quantité d'eau apportée à la parcelle à la quantité transpirée par les plantes et évaporée par le sol). Voir le schéma ci-dessous:



### Le concept

- $Q_T$  = Quantité totale prélevée et  $Q_A = Q_T - Q_{PD} - Q_{ID} - Q_{ED}$

Quantité appliquée au champ ( $Q_A$ ) = quantité totale prélevée ( $Q_T$ ) - quantités perdues durant la distribution (débordements) ( $Q_{PD}$ ) - quantités infiltrées ( $Q_{ID}$ ) - quantités évaporées durant la distribution ( $Q_{ED}$ )

- $E_D = \text{efficience de la distribution} = Q_A / Q_T$

- $Q_{ETC} = Q_{TC} + Q_{EC} = Q_A - Q_{PC} - Q_{DC}$

Quantité d'eau transpirée et évaporée au champ (évapo-transpirée) ( $Q_{TC} + Q_{EC}$ ) = quantité d'eau appliquée ( $Q_A$ ) - quantité perdue par percolation profonde ( $Q_{PC}$ ) - quantité perdue par drainage latéral et débordements ( $Q_{DC}$ ).

- $E_A = \text{efficience de l'application} = (Q_{TC} + Q_{EC}) / Q_A = Q_{ETC} / Q_A$

d'où  $E_T = \text{efficience totale} = Q_{ETC} / Q_T = Q_{ETC} / Q_A \times Q_A / Q_T = E_A \times E_D$

- $E_{TRM}$

Dans la pratique, comme il est très difficile de mesurer l'évaporation et la transpiration réelle du champ, on utilise une estimation appelée l'ETRM qui correspond à la quantité maximale que peut évaporer et transpirer une parcelle cultivée, à un stade de végétation donné et pour un climat donné.

On a alors:  $E_T (\text{estimée}) = Q_{ETRM} / Q_T$

Il faut remarquer que nous faisons ici l'hypothèse que les "besoins" de la parcelle cultivée en eau de percolation et de drainage sont nuls. En réalité, on estime en général qu'il faut prévoir un apport d'eau supplémentaire lors de l'irrigation pour éviter les risques de salinisation (au minimum 10 % mais peut-être plus élevé selon le degré de salinité de l'eau) sur toutes les cultures. Par ailleurs, pour la culture du riz submergé, on considère que l'obtention du maximum de rendement suppose le maintien d'une lame d'eau de 3 à 10 cm pendant une bonne partie du cycle, ce qui entraîne des consommations d'eau par percolation "normales", qui ne doivent pas être considérées comme pertes.

Une mesure plus précise de l'efficience de l'irrigation est donc:

$$E_{TA} = (Q_{ETRM} + P_S + D_S) / Q_T = (\text{Évapo-transpiration réelle maximum} + \text{percolation et drainage souhaités}) / \text{Quantité totale apportée}$$

$E_{TA}$  = Efficience totale agricole.

**Exemple:**

Durant la contre saison chaude 86-87, un périmètre de 10 ha de coton a été irrigué. La quantité totale pompée a été de 112000 m<sup>3</sup>; que les besoins du coton durant ce cycle de culture (ETRM) représentaient 720 mm, et qu'il faut procéder à un apport supplémentaire de 10 % pour éviter la salinisation. Les pertes dans les canaux représentent 17000 m<sup>3</sup>.

Quelle est l'efficience totale, l'efficience de la distribution et de l'application?

Les besoins en eau du coton sont, par ha, de  $0,720 \times 10000$  m, ce qui donne 7200 m<sup>3</sup>/ha, auquel il faut rajouter 10 % pour le lessivage des sels, soit en tout:  $7200 + 10\% (7200) = 7920$  m<sup>3</sup>/ha, et pour tout le périmètre  $7920 \text{ m}^3 \times 10 \text{ ha} = 79200 \text{ m}^3$ . L'efficience globale de l'irrigation est donc de  $79200/112000$  ce qui donne 70,7 %, l'efficience de la distribution  $(112000 - 17000)/112000 = (95000/112000) = 85\%$ , et l'efficience de l'application  $79200/95000 = 83\%$ .

### Comment mesurer l'efficience de l'irrigation?

#### *Efficience globale*

Une première estimation de l'efficience globale, relativement facile à faire, peut être obtenue en divisant la quantité d'eau totale consommée durant une saison de culture, par les besoins estimés.

La quantité totale d'eau peut être estimée, dans le cas d'un approvisionnement par pompage, si l'on connaît le nombre d'heures de fonctionnement, la consommation totale d'énergie (carburant ou électricité) et le débit moyen de la pompe. Il faut faire attention seulement à tenir compte des variations de débit résultant des différences de niveau de la nappe et donc de la Hmt en cours de saison ou durant le pompage.

Par exemple, on mesure le débit d'un GMP de 20 CV en hautes eaux (septembre): la hauteur géométrique de pompage est de 5 m, le débit est de 350 m<sup>3</sup>/heure avec une consommation moyenne de 3,5 l/heure. En basses eaux, la hauteur géométrique est de 12 m, le débit est de 200 m<sup>3</sup>/heure pour une consommation de 4,5 l/heure (en mars).

D'octobre à mars 1987, le GMP a fonctionné 420 heures, et a consommé 1750 l de gas-oil. Quelle est la quantité d'eau totale consommée?

La première méthode consiste à estimer le débit moyen durant la période (on peut arbitrairement prendre  $(350 + 200)/2 = 275 \text{ m}^3/\text{h}$ ) et à le multiplier par la durée du pompage:  $275 \times 420 = 115500 \text{ m}^3$ .

La deuxième méthode (souvent plus précise) consiste à estimer le rendement moyen de la pompe (voir plus bas comment mesurer les débits):

- en septembre  $350 \text{ m}^3/3,5 \text{ l de gas-oil} = 100 \text{ m}^3/\text{l de gas-oil}$ .
- en mars  $200 \text{ m}/4,5 \text{ l} = 45 \text{ m/l de gas-oil}$ .
- moyenne arbitraire  $(100 + 45)/2 = 72,5 \text{ m}^3/\text{l}$ .

- quantité d'eau pompée estimée  $72,5 \text{ m}^3/\text{s} \times 1750 \text{ l} = 126875 \text{ m}^3$ .

On voit qu'il y a un petit écart entre les deux estimations (de l'ordre de 10 %). Pour être plus précis, il faudrait connaître mois par mois l'évolution du niveau du plan d'eau et le rendement de la pompe. Telle quelle, cette méthode est cependant très précieuse pour un premier diagnostic.

Les besoins en eau des cultures sont calculées avec la méthode d'estimation de l'ETRM déjà présentée page 303. Par exemple, le périmètre arrosé par la pompe ci-dessus est de 15 ha. Il est situé dans la zone soudano-sahélienne. Durant la contre saison de 87, on avait cultivé 3,5 ha de riz (d'octobre à février) et 4 ha de maraîchage (de novembre à mars). Avec la table d'ETP approximative et de coefficient culturel, on estime les besoins ainsi (sans pluie):

	<b>Unité</b>	<b>Octobre</b>	<b>Nov.</b>	<b>Déc.</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>
ETP/j	mm/js	5	5	4	4	5	6
ETP/mois	mm/j	150	150	120	120	150	180
Kc maraîchage	-	-	0,75	1	1	1	0,8
maraîchage	mm mois	0	112	120	132	150	144
Kc riz	-	0,5	1,2	1,2	1,2	0,9	0
Besoins riz évaporation	mm/mois	75	180	144	144	135	-
Besoins riz, mise en boue, drainage	mm mois	+ 200	+ 120	+ 120	+ 120	-	-

En convertissant les mm en  $\text{m}^3/\text{ha}$ , on obtient l'estimation des besoins suivants (en  $\text{m}^3$ ):

<b>Besoins</b>	<b>Octobre</b>	<b>Nov.</b>	<b>Déc.</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>	<b>Total</b>
Maraîchage en $\text{m}^3/\text{ha}$	0	1120	1200	1320	1500	1440	-
Maraîchage total en $\text{m}^3$ (4 ha)	0	4480	4800	5280	6000	5760	26320
Riz en $\text{m}^3/\text{ha}$	2750	3000		2640	2640	1350	0
Riz total en m	9625	10500	9240	9240	4725	0	43330
<b>Total</b>	-	-	-	-	-	-	69650

L'efficience globale de l'irrigation dans ce périmètre se situe donc entre 55 % ( $69650/126875$ ) et 61 % ( $69650/11550$ ). On peut sans doute l'améliorer, mais pour cela il faudrait affiner le diagnostic et observer où se situent les pertes.

#### *Efficiency de distribution*

- Les pertes en eau:

L'efficience de l'irrigation peut être fortement diminuée par les pertes de la distribution d'eau qui résultent:

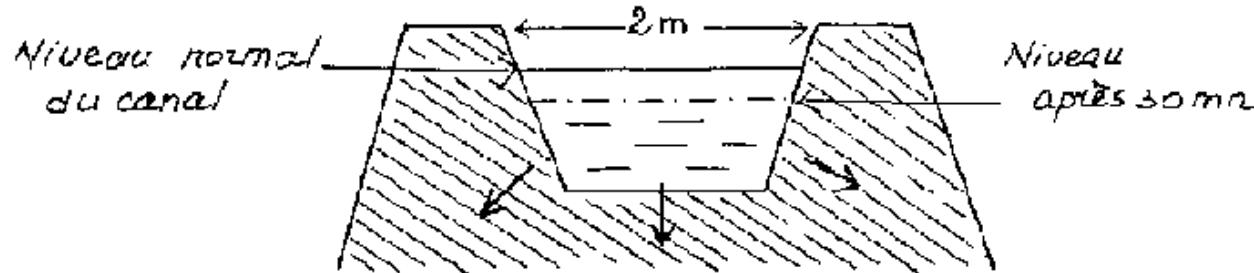
- des pertes par infiltration dans les canaux durant la distribution;
- de la quantité d'eau restée dans les canaux non utilisée en fin d'irrigation;
- du débordement des canaux directement dans le circuit de drainage;
- des pertes par drainage latéral depuis les parcelles vers les drains (excès d'eau en fin d'irrigation, que l'agriculteur évacue volontairement).

Seules les pertes par infiltration dans les canaux sont "inévitables", à partir du moment du moins où l'on a choisi tel ou tel type de revêtement. Par contre, toutes les autres causes de perte sont liées à la qualité de l'organisation de la distribution de l'eau. Ces pertes seront réduites si:

- les tours d'eau sont bien définis et organisés;
- on ne met en eau que les canaux utiles à l'irrigation et on irrigue secteur par secteur;
- le débit en tête de réseau est constamment contrôlé et réduit en cas de baisse de la "demande";
- le pompage (ou l'ouverture des vannes) est arrêté avant la fin de l'irrigation pour assurer la vidange des canaux dans les parcelles irriguées;
- les parcelles sont correctement nivelées et cloisonnées, ce qui évite des excès d'eau qu'il faudra évacuer dans les zones basses;
- les canaux sont correctement calculés et entretenus, afin d'assurer le maintien de la "ligne d'eau" à un niveau légèrement supérieur à celui de la parcelle pour faciliter l'irrigation, sans risquer de débordements intempestifs.

Selon la qualité de l'organisation de la distribution, l'efficience du réseau peut varier entre 85 % (mesurée par l'Adrao dans certains PIV rizicoles de la région de Podor au Sénégal) et 50 % (efficience estimée de certains casiers très dégradés de l'Office du Niger cultivés également en riz).

Pour situer les pertes en eau, il faut tout d'abord estimer la part des pertes dans le système de distribution.



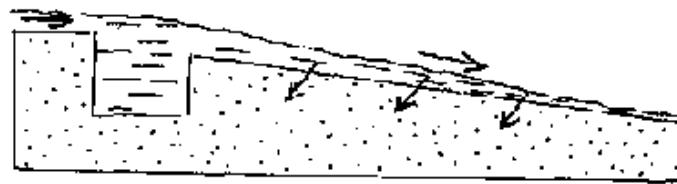
### Pertes dans les canaux et efficience

Les pertes par infiltration dans les canaux sont habituellement les plus importantes. S'il s'agit d'un canal à fond plat, on peut estimer facilement ces pertes en observant, en fin d'irrigation, la baisse du niveau de l'eau dans le canal fermé. Par exemple:

Si la largeur du canal est de 2 m en moyenne (au niveau de l'eau), sa longueur de 300 m et que le niveau baisse de 25 mm en 30 mn, les pertes par infiltration représentent  $25 \text{ mm} \times (60/30) = 50 \text{ mm/heure} = 0,05 \text{ m/h}$ , soit  $0,05 \text{ m/h} \times 300 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 30 \text{ m}^3/\text{heure}$ , ce qui est loin d'être négligeable.

- La mesure des débits:

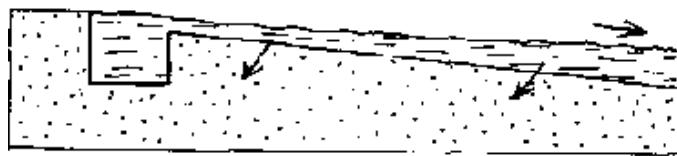
Lorsque le réseau ne permet pas ce type d'estimation (canaux en pente, etc), il faut alors mesurer les débits en différents points du réseau ("entrées" et "sorties") pour mesurer les pertes par différences (voir p 343 les méthodes de mesure des débits). Ce n'est pas une opération très facile, car il faut attendre que l'eau dans les canaux atteigne son "profil d'équilibre" avec un débit d'entrée constant, ce qui peut prendre plusieurs heures sur un grand réseau, ou alors mesurer les débits toutes les dix minutes, pendant toute la durée de l'irrigation.



Début d'irrigation - le niveau de l'eau est bas, en bout de réseau le débit est faible.

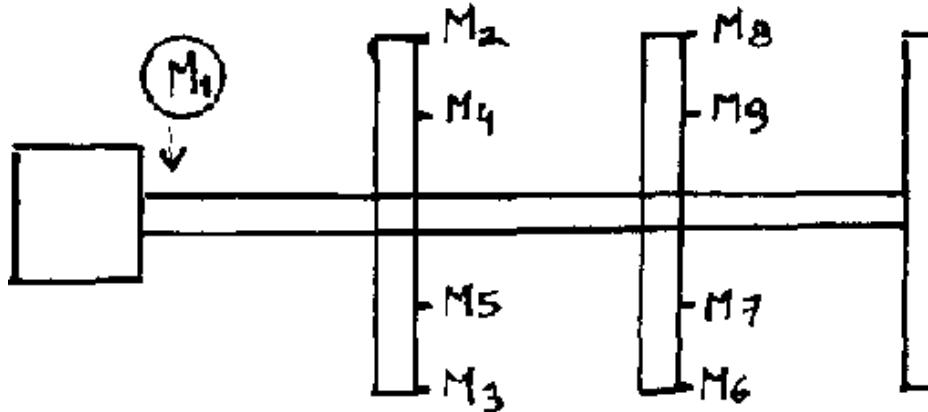


Milieu d'irrigation : profil d'équilibre atteint. Débit constant de la moto pompe.



Fin d'irrigation - le débit en bout de réseau est supérieur au débit initial.

Le problème du profil d'équilibre



Méthode de mesure des débits pendant toute la durée de l'irrigation

Exemple:

On place des dispositifs de mesure à l'entrée du réseau et sur toutes les vannes de sortie qui vont être utilisées durant l'irrigation. On mesure ensuite simultanément les débits, toutes les dix minutes au moins pendant la durée de l'irrigation, et on remplit le tableau suivant (voir p 343 comment mesurer les débits):

Heure	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
8h05	72 l/s	-	-	-	-	-	-	
8 h 10	80 l/s	10 l/s	5 l/s	6 l/s	-	-	-	-
8 h 20	78 l/s	20 l/s	12 l/s	12 l/s	5 l/s	-	-	-
8 h 30	81 l/s	-	-	-	-	-	-	-
"								
"								
13 h 35	-	-	-	-	3 l/s	4 l/s	-	-
Volume total cumulé (24)	1360	250	335	240	310	30	-	50

(24) Le volume cumulé s'obtient ainsi:  $72 \text{ l/s entre } 8 \text{ h } 05 \text{ et } 8 \text{ h } 10, \text{ cela représente } 72 \times 300 \text{ secondes} = 21600 \text{ l} = 21,6 \text{ m}^3; 80 \text{ l/s entre } 8 \text{ h } 10 \text{ et } 8 \text{ h } 20 = 80 \times 600 = 48000 \text{ l} = 48\text{m}^3, \text{ etc.}$

Efficience de la distribution mesurée:  $1215/1360 = 89,3 \%$  1360

Cette méthode a l'avantage de permettre un bon suivi des opérations d'irrigation et de localiser précisément les pertes éventuelles (par exemple, eau non utilisée que l'irrigant laisse couler directement de l'arrosoir vers le drain). Elle permet également de mesurer les quantités d'eau effectivement utilisées par les irrigants sur les diverses parcelles, et donc d'estimer la dose d'irrigation utilisée (par exemple si la parcelle 4 mesure 0,78 ha et que la quantité d'eau apportée fait en tout 240 m, cela représente une dose moyenne de  $240 \text{ m}/7800 \text{ m} = 0,307 \text{ m ou } 307 \text{ mm}$ , probablement trop importante).

Par contre, elle impose de disposer de toute une équipe de techniciens (ou du moins de jeunes avec un bon niveau de calcul/ écriture) pendant toute une journée.

#### *Efficience aux champs*

- Le tour d'eau:

Lorsqu'on a estimé les pertes de distribution, il reste à étudier le fonctionnement du tour d'eau et les causes de mauvaise efficience de l'application de l'eau à la parcelle et d'inégalités de répartition d'une parcelle à l'autre. L'inefficience de l'application au champ résulte de deux causes principales: doses d'irrigation trop importantes et irrégularité de la répartition de l'eau en surface, résultant souvent d'un mauvais planage de la parcelle. Une première approche des problèmes consiste à faire noter les jours d'irrigation des différentes parcelles, pour vérifier si le "tour" d'eau est bien respecté, et si la durée entre deux tours n'est pas excessive par rapport aux estimations de la réserve facilement utilisable des sols, correspondant aux doses à apporter, et fixant ainsi la durée normale entre deux irrigations.

Mois Sem.	JANVIER				FÉVRIER				MARS				AVRIL				
	Parcelle	1e	2e	3c	4e	1e	2e	3e	4e	1e	2e	3c	4e	1e	2c	3c	4c
Riz 1																	
Riz 2																	
Riz 3																	
Riz 4																	
Maraîchage 1																	
Maraîchage 2																	
Maraîchage 3																	

### Le diagramme de relevé du tour d'eau

On voit que certaines parcelles prennent l'eau plus souvent que d'autres (raîchage 1 en particulier) alors que d'autres subissent une pénurie (riz 4) tour d'eau n'est donc pas respecté. Certaines parcelles irriguent toutes semaines en maraîchage (ce qui est plus fréquent que la durée prévue de quinze jours), alors que d'autres n'apportent de l'eau que tous les deux mois, ce qui est supérieur à la durée maximale recommandée. Il est probable que dernières parcelles subissent un stress et que le rendement y sera affecté.

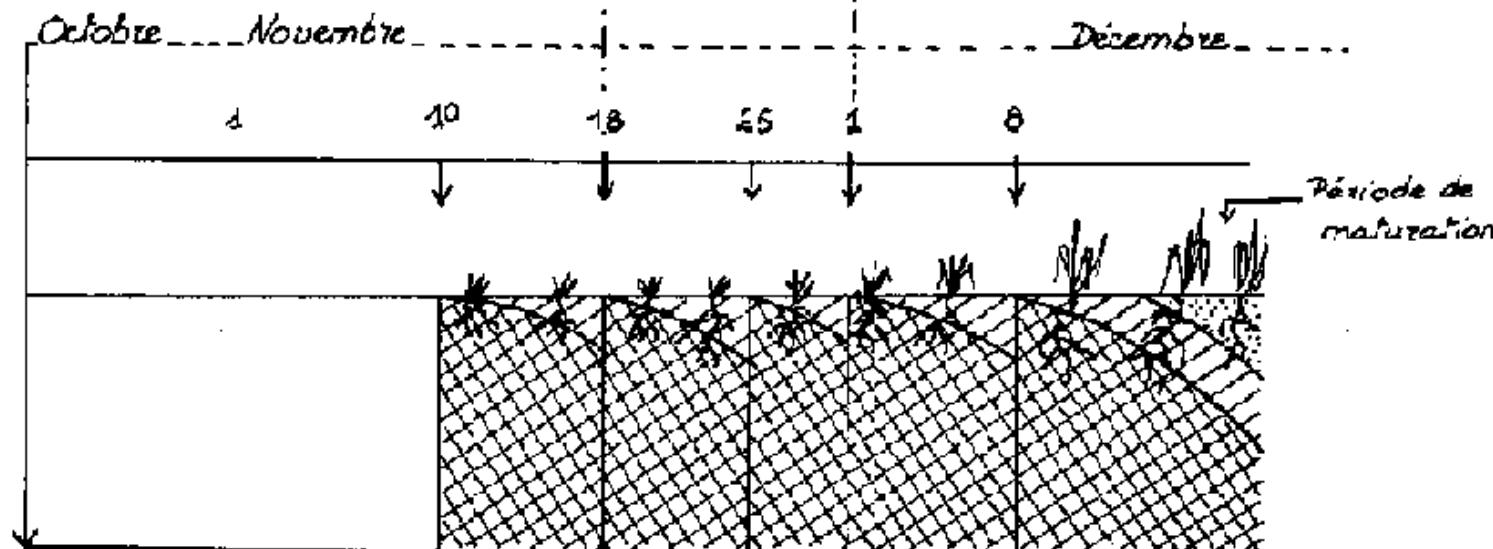
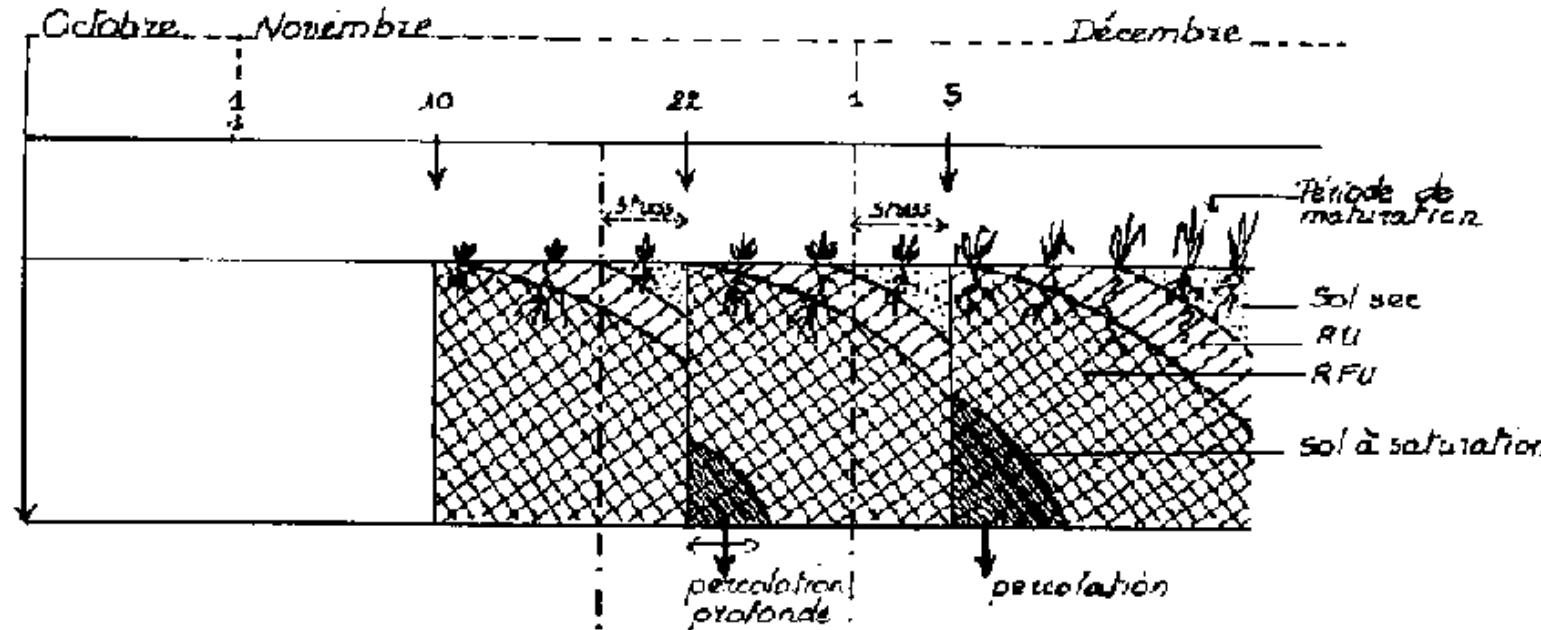
Pour réellement connaître les causes de mauvaise répartition et efficience l'irrigation, il faut estimer les quantités apportées à chaque irrigation pour chaque parcelle, soit en mesurant le débit à l'entrée de la parcelle, soit en mesurant la différence de niveau (pour les rizières). En comparant ensuite à la dose et aux besoins théoriques, on peut alors localiser les excès d'irrigation. Par exemple, comparons trois parcelles:

	<b>DATE PLANTATION</b>	<b>IRRIGATIONS OBSERVÉES D'OCTOBRE À DÉCEMBRE</b>	<b>TOTAL</b>
1	Maraîchage, sol limoneux 15 novembre	10 oct = 100 mm, 22 nov = 80 mm,  5 déc = 80 mm, 18 déc = 100 mm,  26 déc = 60 mm.	420 mm
2	Maraîchage, sol limoneux 15 novembre	10 nov = 50 mm, 18 nov = 40 mm,  25 nov = 30 mm, 1 <sup>er</sup> déc = 40 mm,  5 déc = 30 mm, 15 déc = 40 mm,  22 déc = 30 mm, 28 déc = 40 mm.	300 mm
	15 octobre	5 oct = 300 mm, 14 oct = 150 mm,	1150 mm
3	Riz sol argileux	20 oct = 150 mm, 7 nov = 100 mm,  20 nov = 100 mm, 1 <sup>er</sup> déc = 150,  10 déc = 100, 20 déc = 100.	

La première parcelle a reçu beaucoup plus d'eau que la deuxième, bien qu'elle ait été irriguée moins souvent, car on lui a apporté des doses plus importantes. En sol limoneux, on peut estimer la RFU à 9 % du volume de sol exploré par les racines. En début de culture, les doses ne devraient donc pas excéder 27 mm (9 % de 30 cm de profondeur utile); en fin de cycle, si on se base sur une profondeur moyenne d'enracinement de 80 cm, on peut apporter des doses de 72 mm.

Il est très probable que la production maraîchère a beaucoup souffert, sur la première parcelle, de l'espacement trop important des irrigations en début de cycle. Les volumes d'eau importants apportés percolait pour l'essentiel en dessous de la zone atteinte par les racines. Par contre, l'irrigation pratiquée sur la deuxième parcelle a

certainement mieux répondu aux besoins des plantes, bien que la quantité utilisée ait été inférieure (voir le schéma d'explication page suivante). Quant au riz, les quantités apportées semblent correspondre globalement aux besoins, à l'exception de deux fortes irrigations en début de cycle (150 mm = 15 cm de lame d'eau). Il est probable qu'une partie de cette eau a été perdue par débordement au-dessus des diguettes ou drainage volontaire de la parcelle, car le riz fraîchement repiqué ne pourrait pas survivre sous 15 cm d'eau.



## Evolution profil hydrique selon le rythme d'irrigation

Pour tenter de comprendre la raison de ces différences de comportement entre les agriculteurs, une observation directe de la parcelle irriguée en cours d'irrigation est indispensable. Elle permet de voir si se posent des problèmes de planage ou d'hétérogénéité des sols expliquant les volumes importants utilisés. Un entretien avec l'agriculteur et sa famille permet ensuite de comprendre si l'espacement entre les irrigations résulte d'un manque de main-d'oeuvre pour les arrosages, ou du fait que l'eau "n'arrive pas" jusqu'à sa parcelle (mauvaise discipline du tour d'eau).

- Les pertes par percolation:

Elles peuvent soit résulter d'un choix délibéré (lessivages systématiques pratiqués pour éviter la salinisation), soit le plus souvent refléter "l'efficience" de l'irrigation au champ.

On peut distinguer plusieurs cas:

- 1) La riziculture:

L'objectif étant de maintenir la rizière submergée pendant presque tout le cycle, il y a forcément des pertes par percolation, qui dépendent de la perméabilité du sol. En sols très argileux, cela peut ne pas dépasser 1 mm/j, par contre en sols légers on peut atteindre 10, voire 20 mm/j.

- 2) Les autres cultures:

L'efficience de l'irrigation dépend de deux facteurs:

- l'apport doses d'irrigation correctes qui ne soient pas en excès de la capacité utile du sol. Si on arrose un jeune maïs dont les racines ne descendent pas à plus de 50 cm, et qu'on apporte 100 mm alors que la RU n'est que de 10 %, on va humidifier le terrain en moyenne sur 1 m de profondeur, et donc perdre la moitié (au moins) de l'eau apportée car elle ne sera pas accessible aux racines;
- une répartition homogène de l'eau dans la parcelle même si l'on apporte une quantité d'eau globalement satisfaisante. Il est très difficile d'assurer une répartition parfaitement homogène, c'est-à-dire d'apporter le même volume d'eau à chaque m<sup>2</sup> de la parcelle.

Pour prendre un exemple simple, voyons l'effet d'une pente légère dans un bassin, en supposant pour simplifier que toute l'eau est apportée dans un temps très court: surface du bassin = 100 m, débit du secondaire = 20 l/s, durée du remplissage = 6 mn, quantité apportée = 7200 l soit 72 l/m ou 72 mm en moyenne, perméabilité du sol forte = 5 mm/heure ou 120 mm/j, dénivelé dans le bassin = 4 cm.

L'eau perdue dans ce cas représente en moyenne 20 l/m<sup>2</sup> (40 mm dans les points bas, 0 en point haut), soit (20/52) = 38 % de la quantité utilisée par les plantes. On dit alors que l'efficience de l'application est de 72 % (25).

$$(25) E_A = \text{Volume utilisable} / \text{Volume apporté} = 52 / 72.$$

En réalité, l'irrégularité peut être encore plus marquée, et même en sol parfaitement plan, du fait des variations locales de perméabilité et donc de vitesse d'infiltration de l'eau.

On estime qu'on peut obtenir en moyenne les efficiencies d'irrigation suivantes:

	<b>Efficience d'application à la parcelle</b>	<b>Efficience globale du périmètre (y compris distribution)</b>		
		<b>Optimum</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Mauvais</b>
Bassins et planche	0,6 à 0,8	80 % parfaitement plats	60 %	30 % si mal nivélés
Billons et sillons	0,5 à 0,6	70 %	55 %	40% sols sableux mal nivélés
Aspersion	0,8 à 0,9	80 %	65 %	50 %
Arrosage à l'arrosoir	0,8 à 0,95	90 %	80 %	50 % si excès d'eau
Goutte à goutte	0,9 à 1,00	95 %	90 %	70 % mauvais réglage

D'après le CT GREF et la FAO.

- Comment améliorer l'efficience de l'irrigation à la raie (billons/sillons)?

Dans les manuels d'irrigation, on explique en détail comment obtenir les meilleurs résultats de l'irrigation à la raie (26). On peut, en théorie, calculer en fonction de la pente moyenne et de la perméabilité du terrain, la longueur optimum des raies, le débit à utiliser pour chaque raie, la durée d'irrigation de la raie et la quantité d'eau à drainer dans la collature (schéma page suivante).

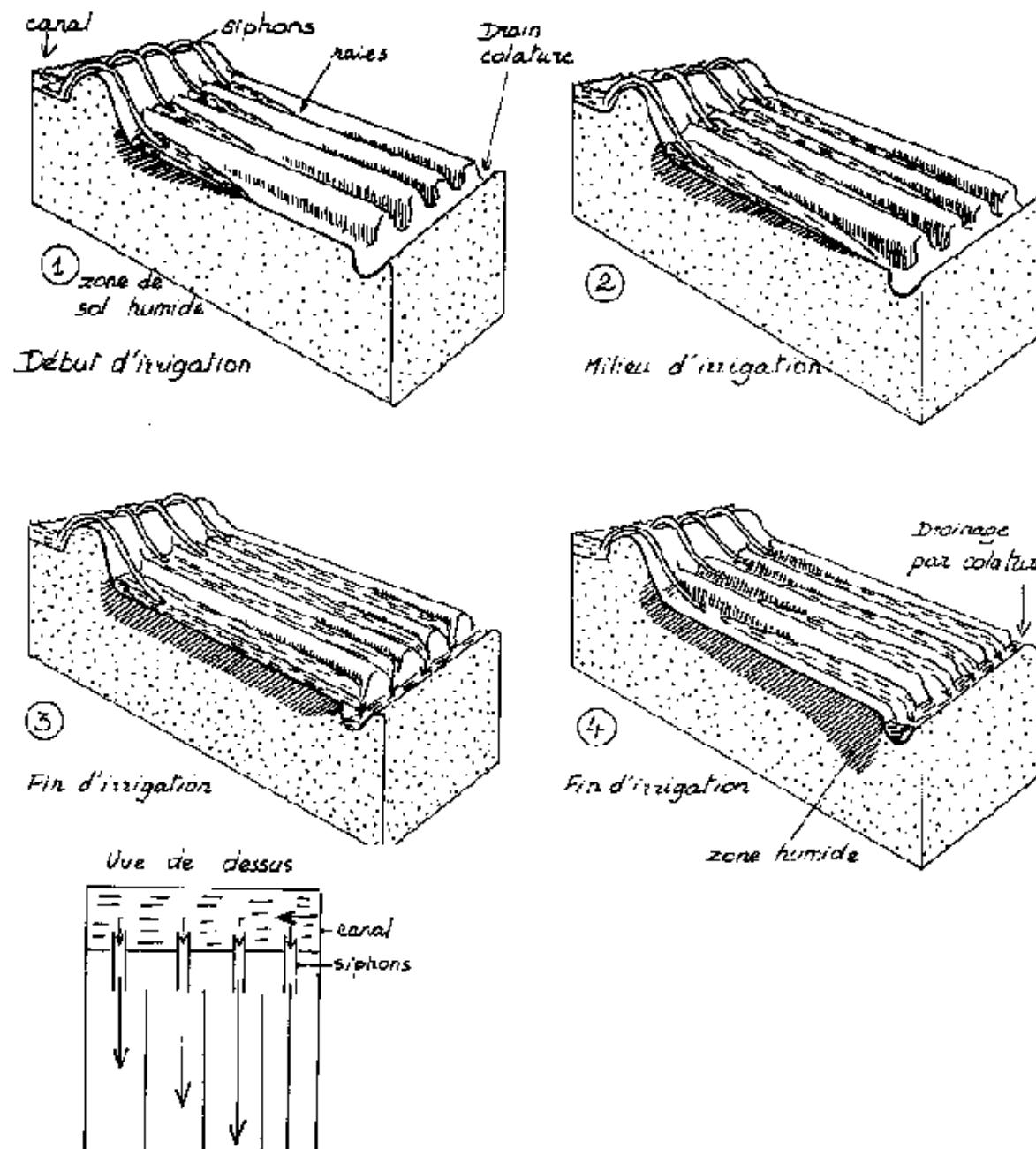
(26) Voir par exemple les manuels de formation édités par la FAO:

*Fascicule n°1: Introduction à l'irrigation -1985;*

*Fascicule n°3: Besoins en eau;*

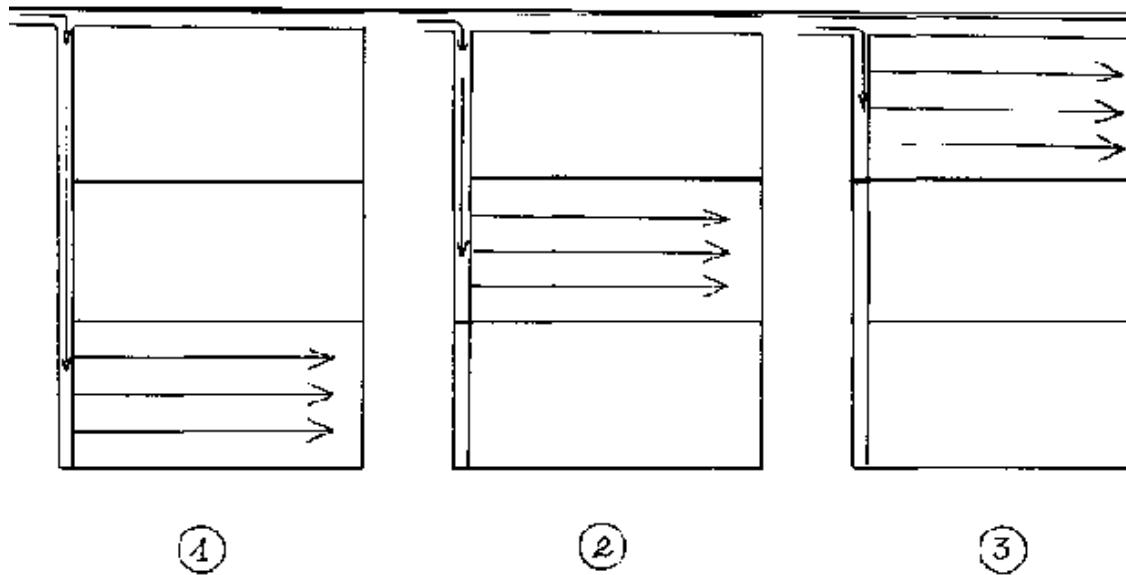
*Fascicule n°4: Pilotage des irrigations.*

Pour bien fonctionner, cette méthode demande un planage régulier de la pente à arroser et une très bonne technicité de l'irrigant, faute de laquelle l'efficience de l'irrigation sera faible. Dans la pratique, ces conditions sont rarement réunies sur les périmètres irrigués africains, et la véritable irrigation à la raie est très peu pratiquée en milieu paysan.



### Méthode d'irrigation à la raie

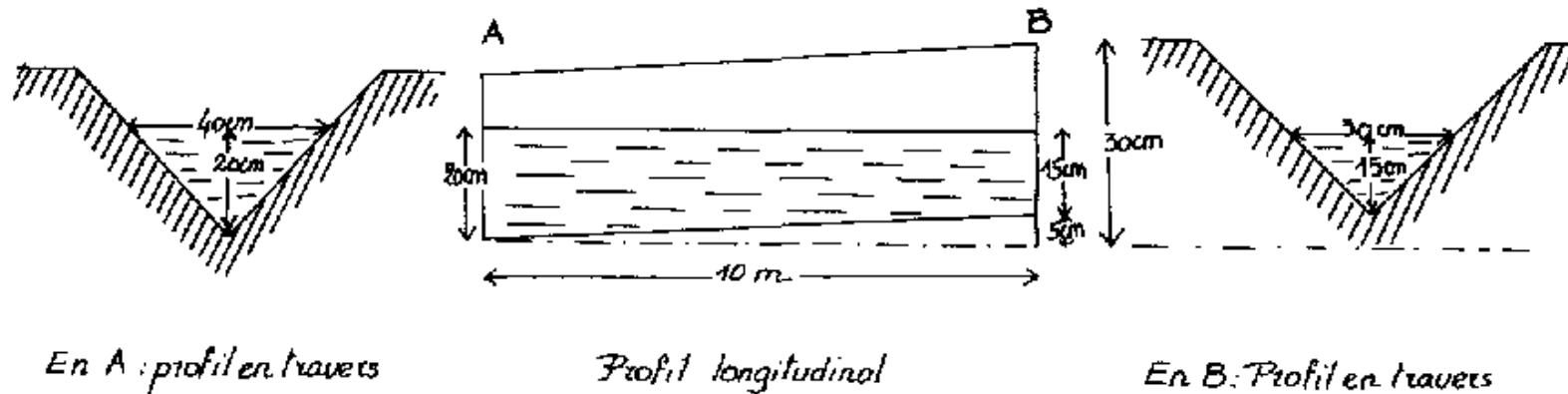
Par contre, on observe fréquemment l'utilisation de l'irrigation par billons et sillons courts qui se rapproche plus de l'irrigation par bassins, puisqu'il s'agit de submerger rapidement le sillon avec un fort débit, puis de le refermer pour laisser ensuite la lame d'eau s'infiltrer. Plus les billons sont courts, et meilleure sera la régularité de l'infiltration; en revanche le travail d'irrigation sera plus important et intensif (il faut refermer chaque ballon après l'irrigation).



### La régularité de l'infiltration

La régularité d'application dépend également du planage des sillons (ou des micro-bassins de trois ou cinq sillons qui communiquent et où le niveau de l'eau est constant).

Pour des sillons de forme générale triangulaire, une petite différence de niveau se traduit en effet par une différence plus importante du volume infiltré. Prenons l'exemple suivant:



Des sillons de forme générale triangulaire

Le volume infiltré en A (sur 1 m de sillon) sera de  $1 \text{ m} \times 0,20 \times (0,40/2)$  soit 401; et en B =  $1 \text{ m} \times 0,15 \times (0,30/2)$  = 22,51. La dose effective d'irrigation est donc réduite de 44 % pour une réduction de 20 % seulement du niveau de l'eau (cela résulte de la forme triangulaire du sillon).

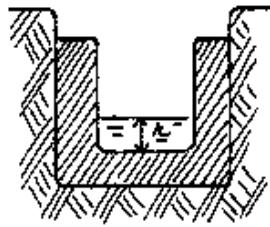
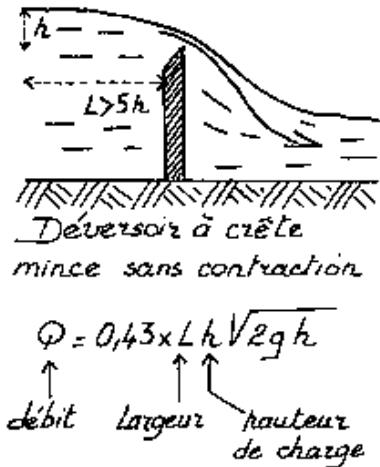
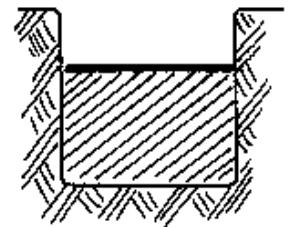
### Comment mesurer les débits?

En ce qui concerne les groupes moto-pompes, une méthode simple consiste à mesurer le temps de remplissage du bac de réception, dont on peut calculer le volume. Il faut simplement attendre quelques secondes que le régime normal de la pompe et du moteur s'établissent, après le démarrage.

Exemple: Soit un bac de réception de 3 x 4 m de surface et 1,5 m de haut. Si la motopompe, au régime de 2000 t/mn, met 143 secondes pour le remplir entre 30 cm et 1,30 m de haut, quel est son débit?

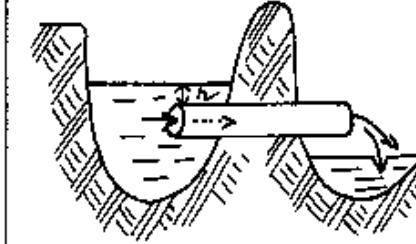
Réponse: Le volume est de  $3 \times 4 \times 1,0 = 12 \text{ m}^3$ . Le débit est donc de  $(12000/43) = 284 \text{ l/s}$  ou  $(12/43) \times 3600 = 302 \text{ m}^3/\text{heure}$ .

On peut également estimer les débits au niveau des seuils, déversoirs ou vannes existant dans le réseau. Le tableau ci-dessous résume les formules les plus courantes:



Danne ou déversoir avec contraction latérale

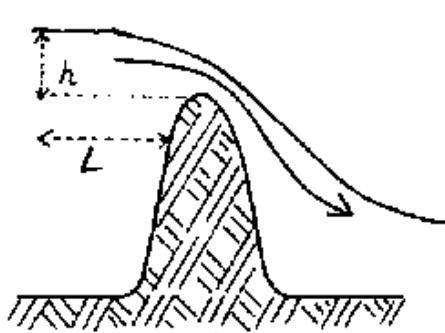
$$Q = 0,40 \times Lh \sqrt{2gh}$$



Buse enterrée écoulement libre

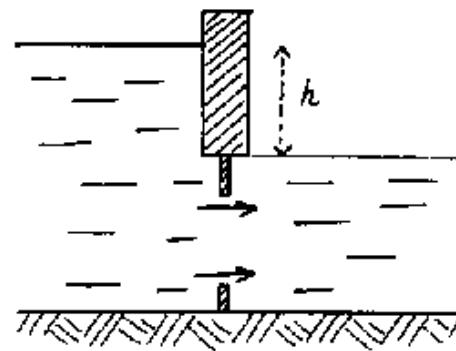
$$Q = 0,8 \times S \times \sqrt{2gh}$$

Dispositifs de mesure des débits



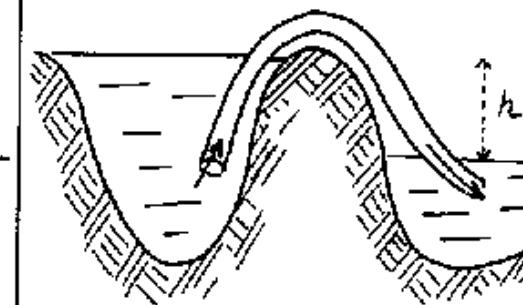
Déversoir à crête épaisse

$$Q = 0,385 \times L \times 4\sqrt{2gh}$$



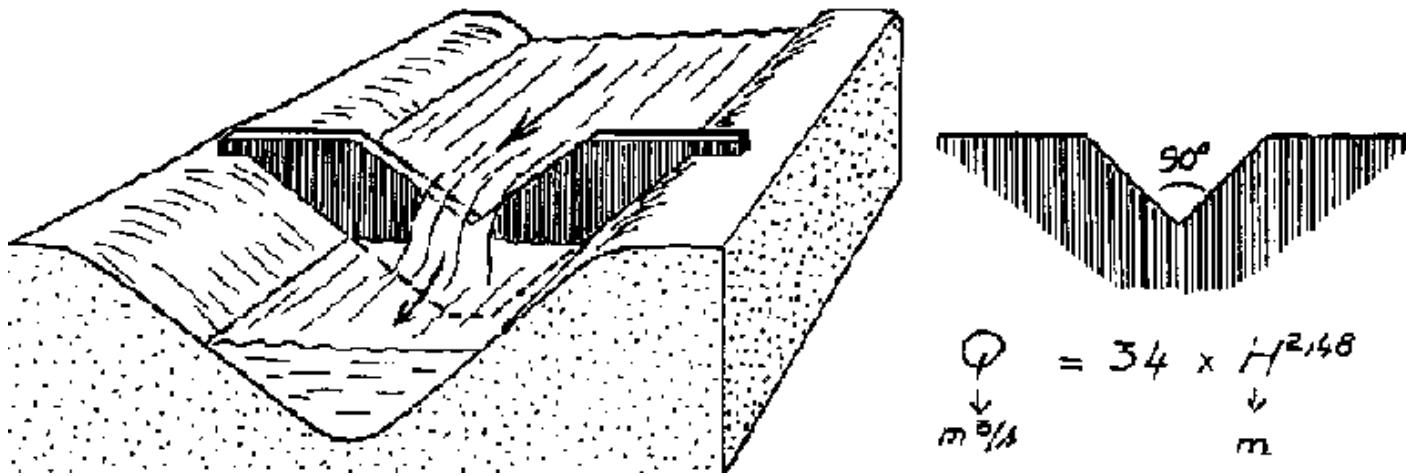
Varne enroyée

$$Q = 0,65 \sqrt{2gh}$$



Siphons

Dispositifs de mesure des débits (suite)



Déversoir en V (en tôle)

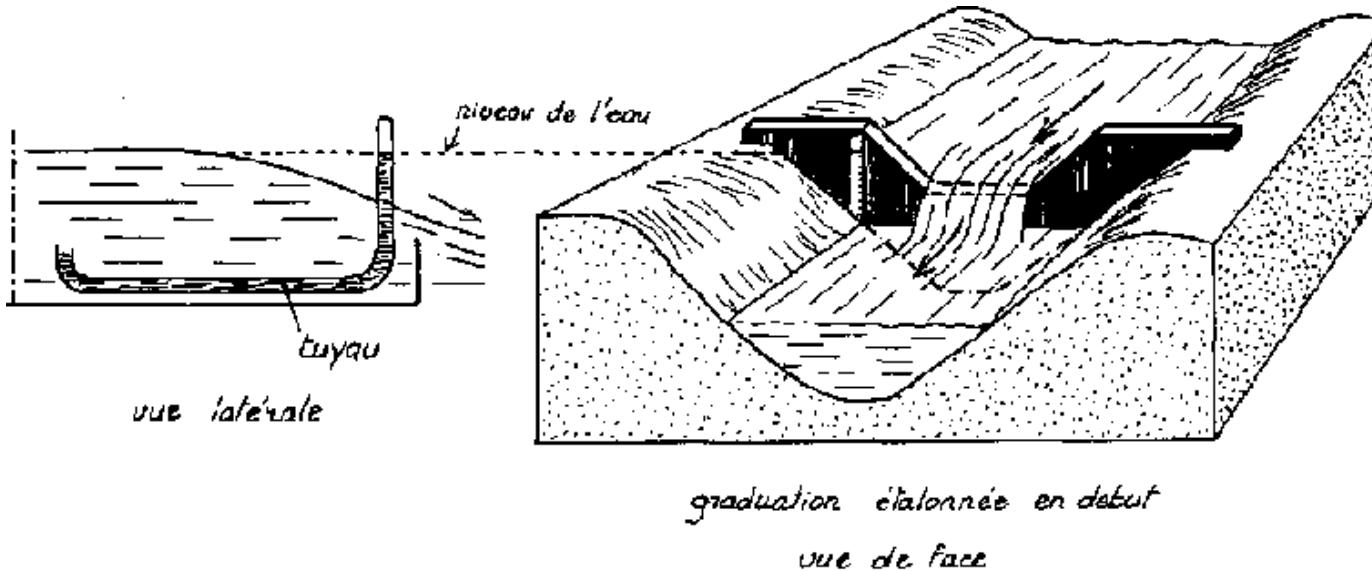
Exemple de calcul: Sur un déversoir à crête mince, de 1,5 m de large, on observe une hauteur de charge de 6 cm. Quel est le débit?

Réponse:  $Q$  (en  $\text{m}^3/\text{s}$ ) =  $0,43 \times 1,5 \times 0,06 \times$

$$\sqrt{2 \times 9,81 \times 0,06}$$

$$= 0,042 = 42 \text{ l/s.}$$

La principale difficulté consiste à évaluer précisément la hauteur de charge au-dessus des déversoirs ou autres dispositifs. Il est recommandé de mesurer cette hauteur à une distance au moins égale à cinq fois sa valeur, où l'on estime que le "rabattement" de la lame liquide est négligeable. Il faut une règle graduée et un niveau. Les techniciens de l'ETSHER ont construit un dispositif simple pour réaliser des mesures rapides de petits débits. Il a l'avantage de pouvoir être transporté facilement d'un point à l'autre par une personne seule.



Déversoir trapézoïdal

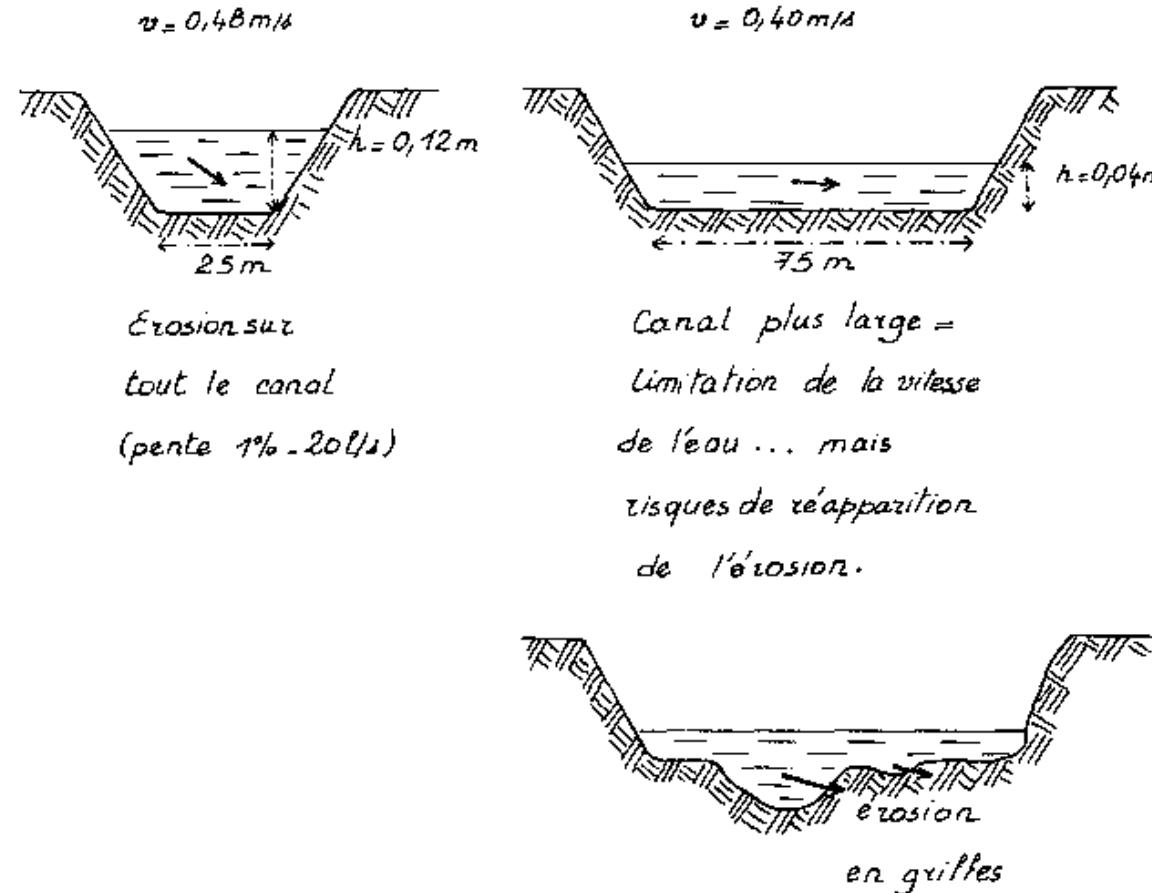
### Le calcul de l'entretien du réseau (canaux en terre et petits ouvrages)

#### Dimensionnement des canaux en terre et des chutes

Le débit maximum que devront véhiculer les différents canaux est déterminé lors du calcul du réseau, en fonction des besoins de pointe des cultures et du type de tour d'eau prévu. Il vaut toujours mieux prévoir une bonne marge de sécurité et avoir des canaux surdimensionnés que l'inverse: le coût de l'aménagement des canaux en terre n'est pas très élevé, par contre s'ils sont sous-dimensionnés, on va accélérer les phénomènes d'érosion et de dégradation du réseau et, en quelques années, il sera nécessaire de refaire entièrement le réseau.

Dès que le débit augmente et que la vitesse de l'eau dépasse un certain seuil, des phénomènes d'érosion des berges et du fond du canal risquent de se rencontrer. La vitesse maximale recommandée pour les canaux en terre peu compactée est de 0,4 m/s (27). Si la vitesse tombe en-dessous d'un certain niveau (de l'ordre de 0,2 m/s), on a, à l'inverse, des risques d'alluvionnement (dépôt des limons contenus dans l'eau d'irrigation). Ce risque nous semble moins grave car il est beaucoup plus facile de curer un canal qui se remplit que de reboucher un canal qui s'érode.

(27) On peut admettre une vitesse supérieure dans des canaux bien compactés (0,7 m/s) ou en sol très argileux (ce n'est pas en général le cas dans les périmètres aménagés à la main).



Nous donnons ci-dessous quelques profils types en fonction de la pente et du débit maximal admissible

#### DIFFÉRENTES MESURES D'UN CANAL EN FONCTION DE SA PENTE LONGITUDINALE ET DU DÉBIT DE L'EAU

Pente en %	Débit prévu															
	20 l/s				40 l/s				80 l/s				160 l/s			
	b	hc	he	ve	b	hc	he	ve	b	hc	he	ve	b	hc	he	ve
0,01 %	0,50	0,45	0,30	0,08	0,60	0,50	0,35	0,12	0,80	0,60	0,45	0,15	1,20	0,60	0,45	0,22

0,1 %	0,30	0,35	0,20	0,20	0,30	0,45	0,30	0,22	0,50	0,50	0,35	0,26	0,80	0,55	0,37	0,37
0,5 %	0,25	0,30	0,14	0,36	0,25	0,31	0,20	0,44	0,40	0,40	0,25	0,49	0,60	0,45	0,30	0,61
1,0 %	0,25	0,30	0,12	0,48	0,25	0,35	0,17	0,58	0,25	0,40	0,25	0,64	0,40	0,45	0,29	0,81
2 %	0,25	0,25	0,09	0,63	0,25	0,30	0,14	0,74	0,25	0,35	0,20	0,89	-	-	-	-

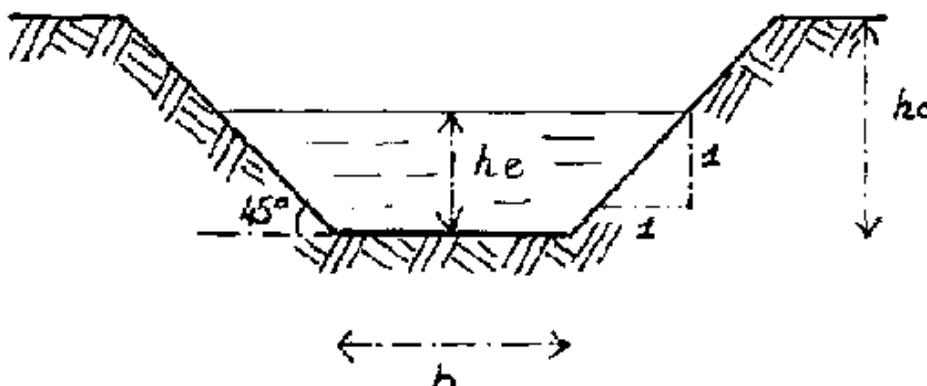
b = largeur de fond du canal en mètres (dénommé "plafond")

hc = hauteur des cavaliers en mètres

he = hauteur de l'eau en mètres

ve = vitesse de l'eau en mètres/seconde

#### Risques d'érosion (canaux en terre)



**b** = largeur du fond du canal  
(dénommé "plafond")

**hc** = hauteur des cavaliers

**he** = hauteur de l'eau

**ve** = vitesse de l'eau

Différentes mesures d'un canal en fonction de sa pente longitudinale et du débit de l'eau

Comme on peut l'observer, lorsque les pentes sont très faibles, on est obligé d'agrandir les dimensions des canaux pour assurer un débit suffisant malgré la faible vitesse de l'eau. A l'inverse, on peut utiliser de plus petits gabarits lorsque la pente augmente, jusqu'à atteindre la vitesse maximale admissible de l'eau.

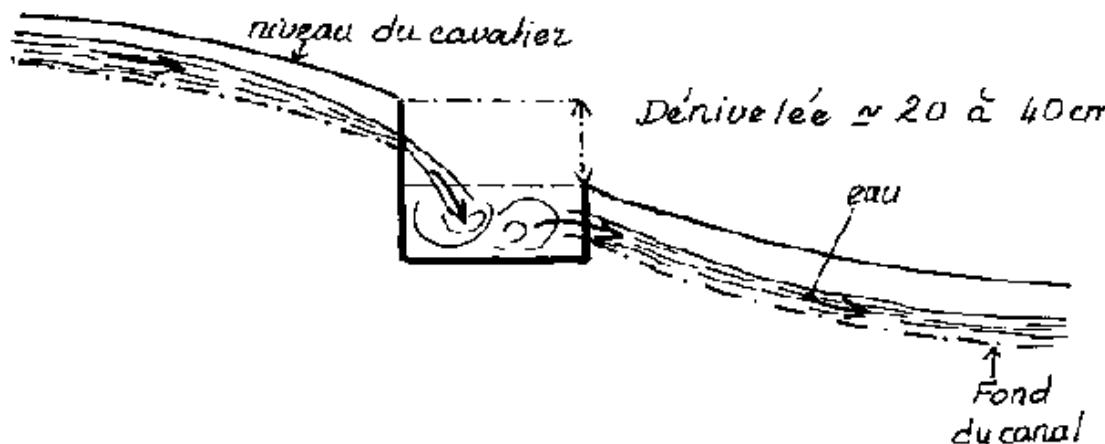
Pour diminuer la vitesse de l'eau, on peut prévoir d'élargir les canaux, ce qui permet d'avoir une lame d'eau peu profonde et large qui est ralentie par le frottement sur les parois du canal (grand périmètre mouillé). Dans la pratique, cette solution n'est guère recommandable, car la moindre irrégularité du fond du canal se traduisant par une accélération locale de la vitesse de l'eau, risque de provoquer un début de ravinement qui s'accentue ensuite rapidement et détruit le canal par érosion.

Pour les canaux en pente 0,5 %, il est préférable de réaliser des ouvrages de chute régulièrement espacés (en particulier après chaque prise latérale). Il est alors

nécessaire de construire un ouvrage particulier pour éviter la très forte érosion qui résulterait d'une chute sur des parois en terre.

On peut évidemment prévoir un ouvrage en maçonnerie, relativement coûteux mais durable; il est également possible de réaliser un ouvrage de chute en utilisant des pieux et des branchages (fascines) ou des tôles de récupération, là où ces matériaux sont disponibles à moindre coût.

Le schéma de la page ci-contre est proposé par M. Arrighi de Casanova, de la SATEC.



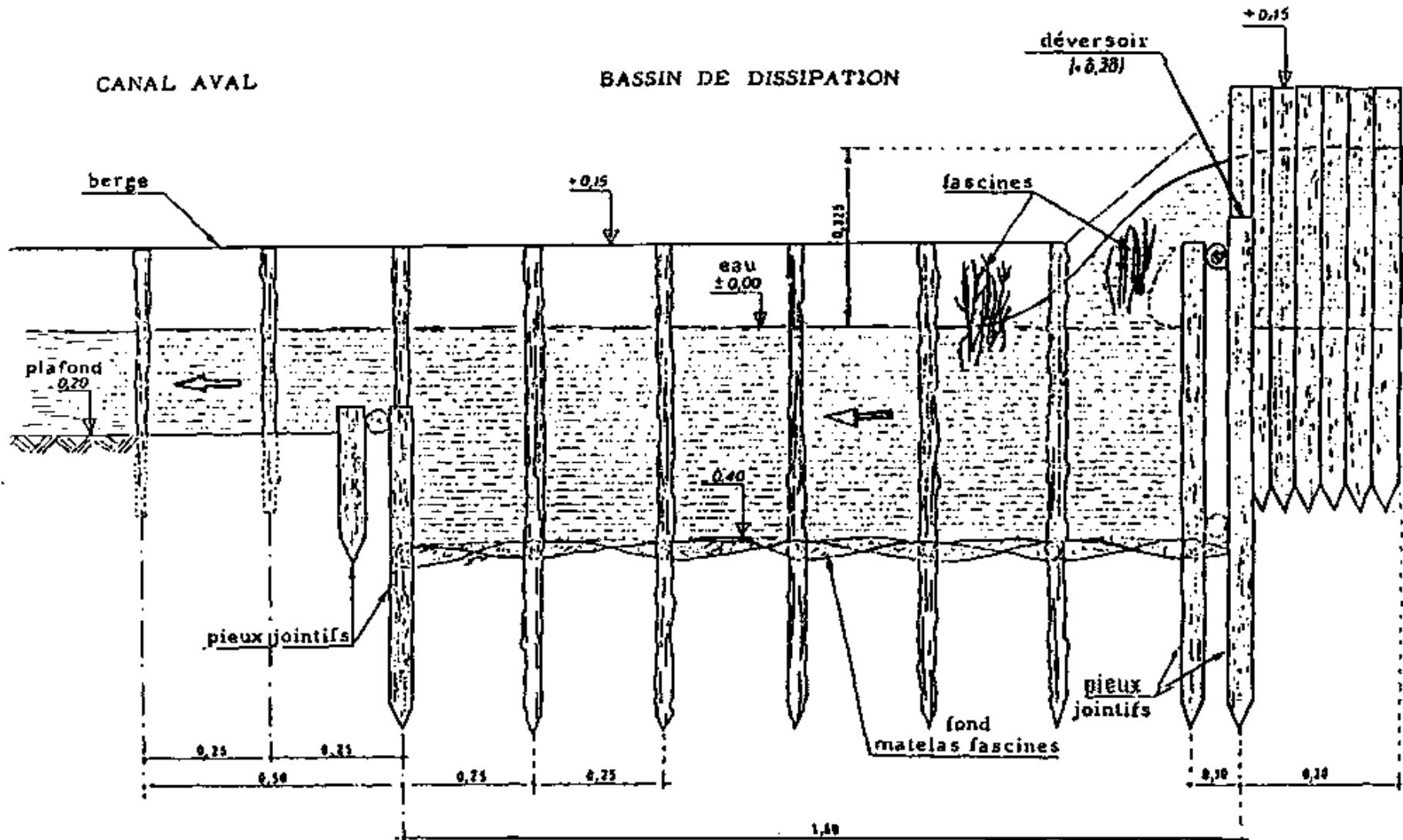
#### Bassin de dissipation

L'expérience montre qu'il faut en tout cas éviter de prévoir des canaux en terre dont le fond se trouverait beaucoup plus élevé que le terrain naturel (plus de 20 cm) car on augmente beaucoup le volume de remblais à réaliser, les pertes par infiltration latérale ainsi que les risques de renardage, et donc les problèmes d'entretien. Il ne faut pas non plus que le fond soit trop en-dessous du terrain naturel, car alors il est difficile d'arroser les parcelles latérales.

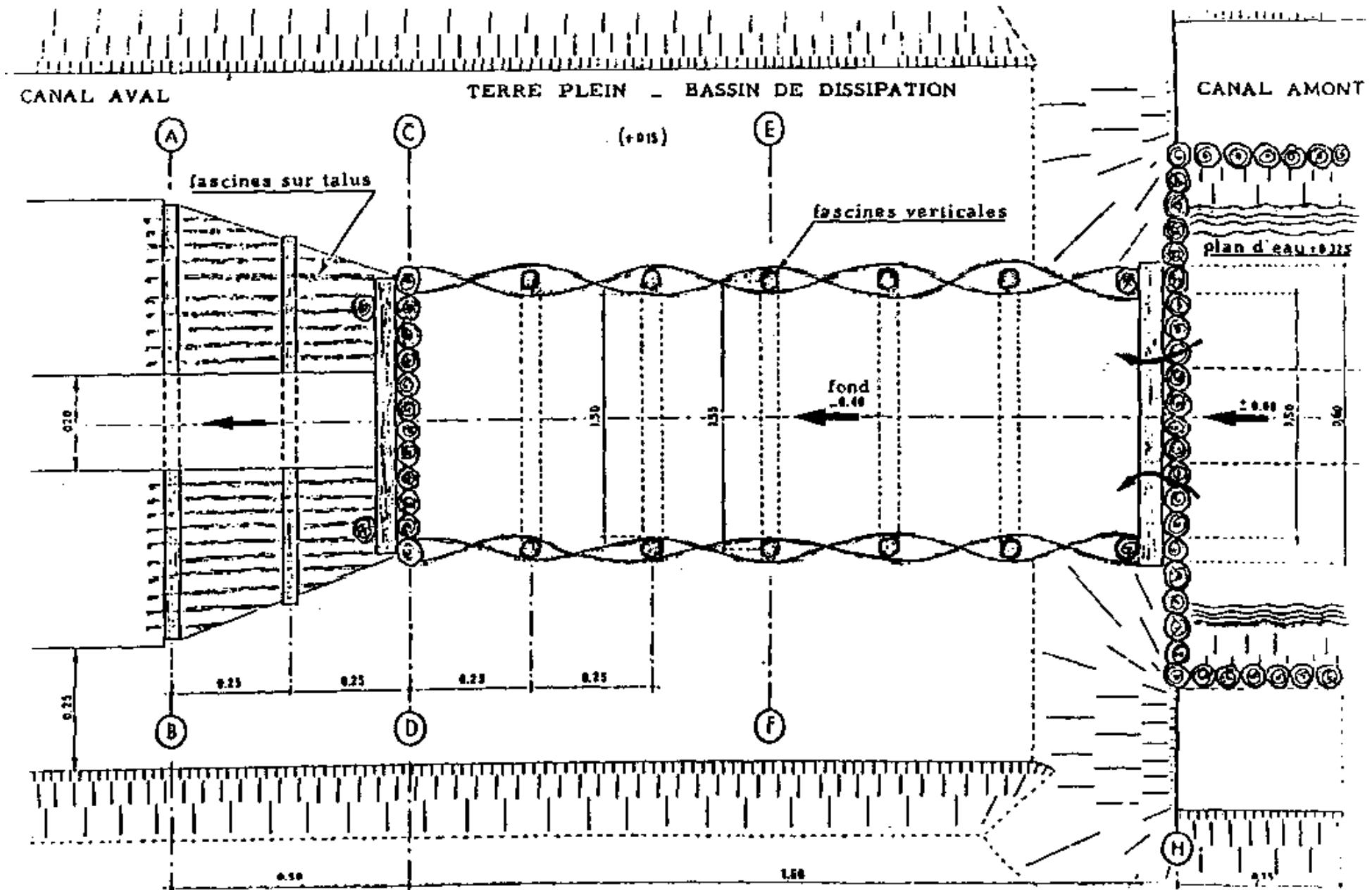
L'idéal est de réaliser les canaux à demi enterrés, en prévoyant des vannes à intervalles réguliers (tous les 100 m par exemple) afin que les irrigants puissent augmenter le niveau lors des irrigations (28).

(28) C'est la méthode actuellement préconisée par le projet hollandais de l'Ile à Morphil.

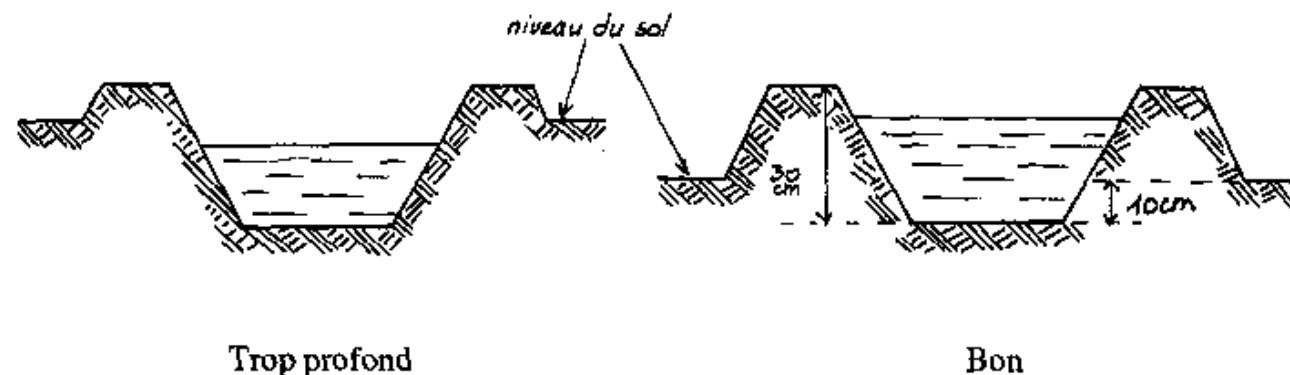
Voir les schémas des pages suivantes.



A. COUPE LONGITUDINALE



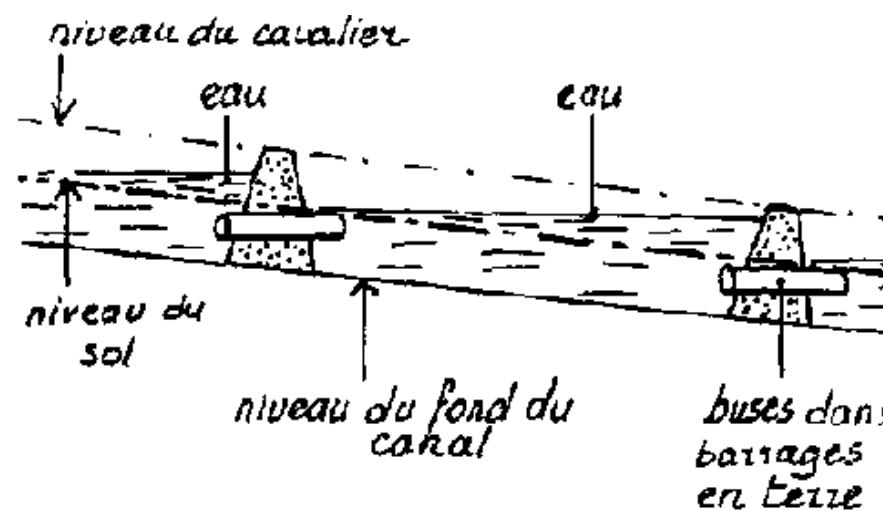
## B. COUPE LONGITUDINALE



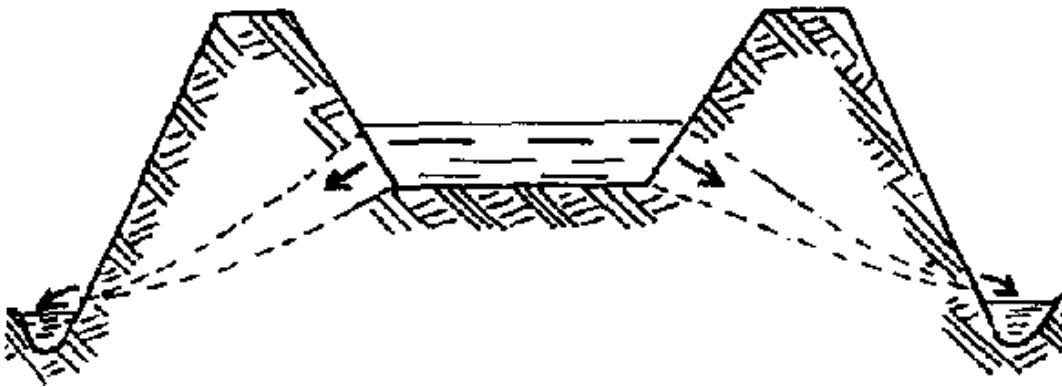
Exemples: Profil transversal des canaux

L'eau est en-dessous su sol (sauf s'il n'y a pas de prises d'eau latérales prévues).

L'eau "domine" le terrain environnant (20 à 25 cm souhaitables).



Profil latéral idéal



Mauvais

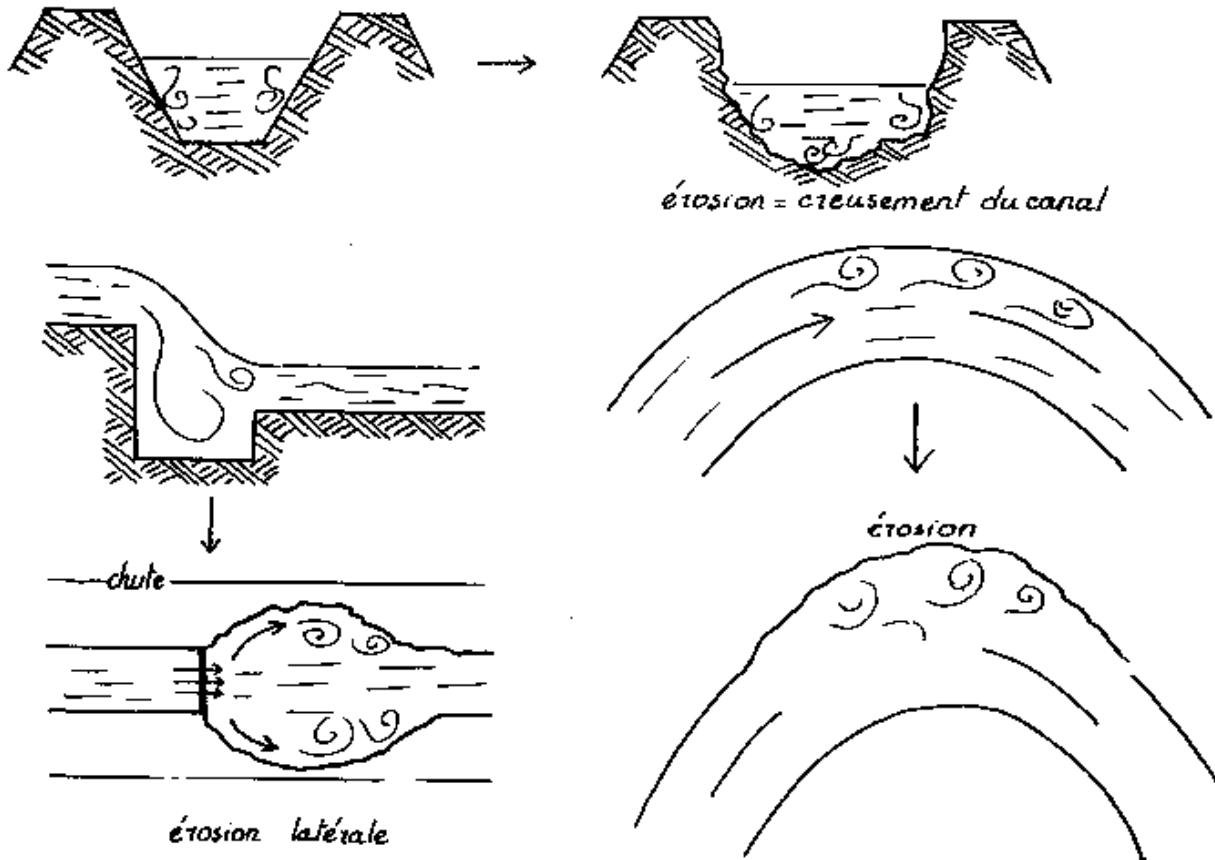
Gros volume de déblais. Pertes latérales et risques de renardage. Si l'on veut irriguer, l'eau a trop de pression. Problème d'érosion.

#### **Le contrôle du réseau d'irrigation**

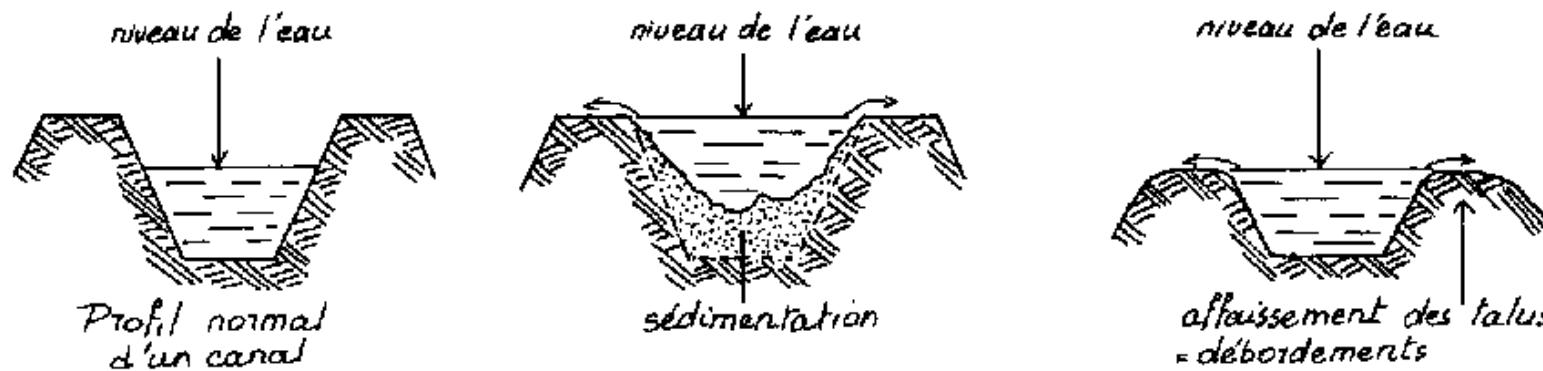
Il est indispensable d'entretenir avec régularité le réseau d'irrigation, surtout avec des canaux en terre qui se dégradent très vite s'ils ne sont pas réparés chaque année. Pour cela, il faut tout d'abord "diagnostiquer" les problèmes, si possible en cours de fonctionnement.

Sur les canaux en terre, on peut distinguer:

- les problèmes d'érosion dus à une vitesse trop importante de l'eau. Les talus se dégradent, le fond du canal s'enfonce;



Les problèmes d'érosion dus à des mouvements tourbillonnaires de l'eau à la sortie d'une chute ou dans un coude;

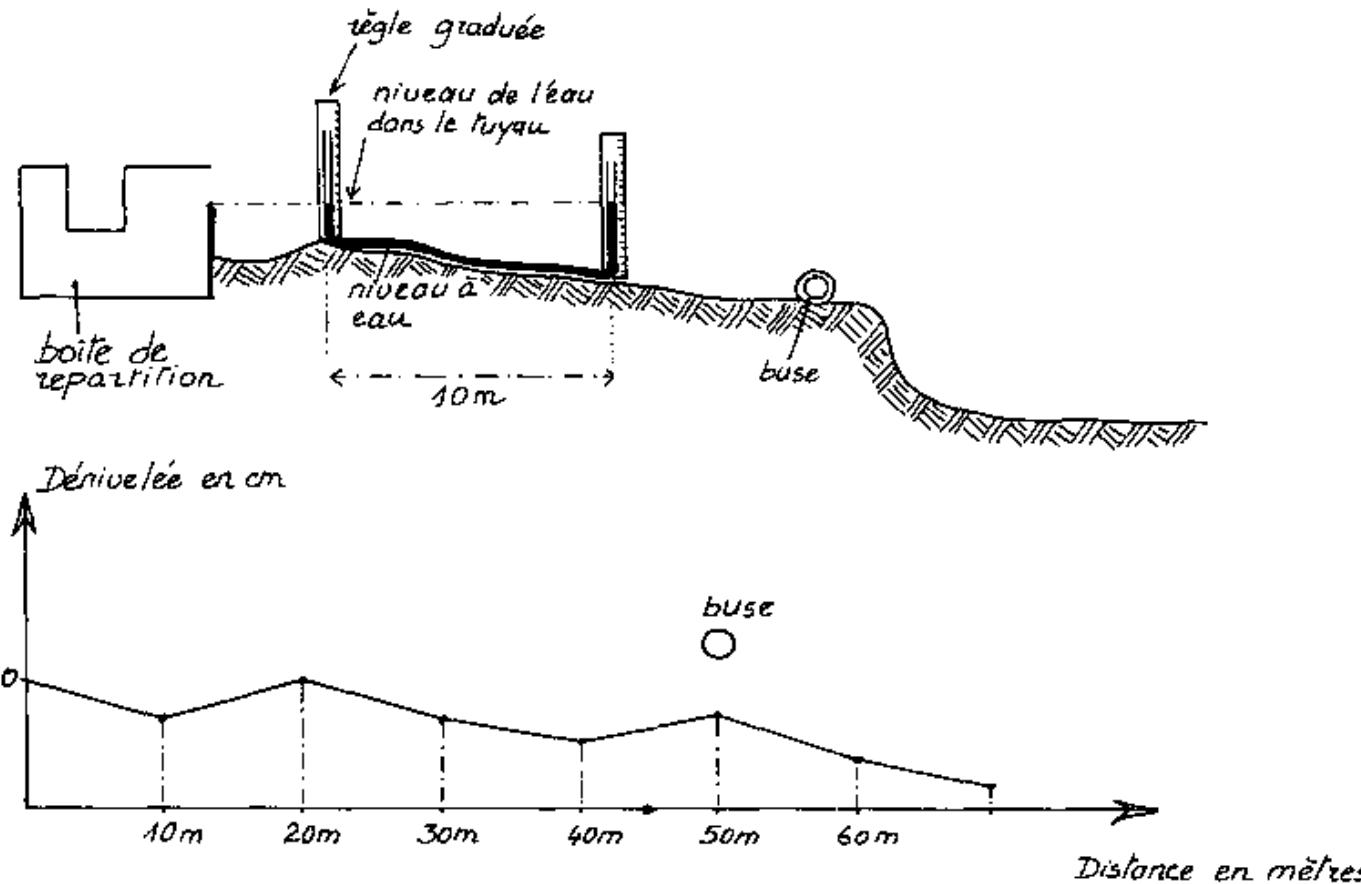


Les problèmes de débordement, dus à des débits trop importants, à l'affaissement des talus, ou au remplissage du fond du canal par les sédiments (eaux très chargées. vitesses de l'eau faibles).

Pour compléter ces observations visuelles, il est souhaitable de mesurer "à sec" le profil du fond des canaux appelé "plafond" et la forme du canal et des talus. On peut alors comparer ces résultats au plan théorique du périmètre (s'il est disponible), ou dans le cas contraire utiliser la table de dimensionnement des canaux en fonction de la pente et du débit fournie.

Comment contrôler la forme du canal?

On peut vérifier le niveau du fond avec un niveau à eau (à tuyau), simple à fabriquer, en partant d'un point "fixe" connu. Si possible la vanne d'approvisionnement du canal.



Un exemple: Relevé du profil du fond du canal

Vérifier ensuite sur le plan (ou avec le tableau de dimensionnement) quelles doivent être la pente du fond, et la taille des talus.

Par exemple:

Pente moyenne du canal (entre vanne d'entrée et dernière buse). 0,1 %

Débit maximum admis

80 l/s (288 m<sup>3</sup>/h)

Gabarit du canal: largeur du plafond 0,5 m

hauteur des talus 0,55 m

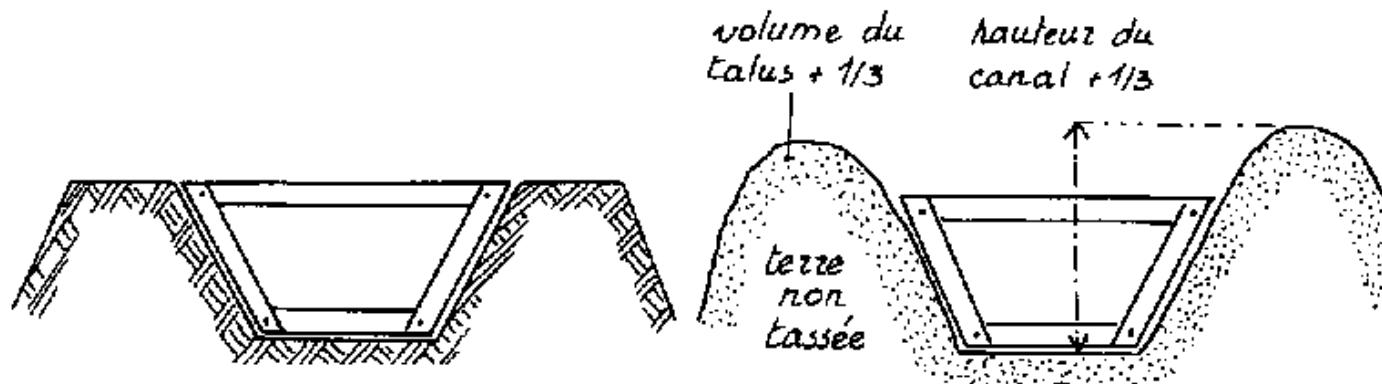
La vitesse de l'eau sera de 0,26 m/s.

### L'entretien

L'entretien régulier du périmètre comprend:

- le désherbage des canaux, non pas en arrachant les herbes mais en les coupant ras afin d'éviter qu'elles ne ralentissent exagérément le courant et ne réduise le débit des canaux tout en profitant de leur effet anti-érosif qui protège les talus;
- la vérification et le traitement régulier des zones d'érosion. Elles peuvent être protégées à titre provisoire par de simples pierres, par des faisceaux de branchages ou par des sacs de sable empilés qui protègent très bien les zones d'affouillement. Ceci permet d'éviter que les dégâts ne s'aggravent pendant la saison d'irrigation, en attendant d'effectuer les grosses réparations annuelles;
- la vérification des ouvrages (chutes, partiteurs, bassins de dissipation) et la réparation immédiate des fissures qui peuvent y apparaître.

Le travail d'entretien annuel des canaux est relativement facile dans ce cas: on reporte tout d'abord sur le diagramme le profil normal du fond du canal, et l'on mesure par différence de combien il faut creuser ou au contraire remplir à nouveau le fond pour atteindre ce profil normal. On peut indiquer le niveau à atteindre avec un piquet en fer tous les 10 ou 20 m. On confectionne ensuite un gabarit en bois qui permet de vérifier si les talus ont été redimensionnés correctement. Ne pas oublier à cette occasion que tout travail de remblai doit être bien tassé avec de l'eau pour humidifier le sol. Si cela n'est pas possible au moment des travaux, prévoir des dimensions supérieures d'au moins 1/3 au gabarit souhaité, pour tenir compte du tassement ultérieur.



## Gabarit en bois

Lorsque la pente moyenne du canal est supérieure à 0,5 %, ce qui risque de provoquer une érosion à cause de la vitesse trop élevée de l'eau, il est nécessaire de prévoir des "chutes" régulières pour réduire la pente.

Lorsque des ouvrages de chute ou de partition existent, il faut prévoir de les réparer régulièrement (rebouchage des fissures, etc.) et de repeindre chaque année les parties métalliques (vannes).

## Liste des sigles

ADRAO	Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest [WARDA: West Africa rice development association], (Monrovia - Liberia)
AFVP	Association française des volontaires du progrès (Montlhéry - France)
API	Agence des périmètres irrigués (Kayes - Mali)
BICIS	Banque internationale pour le commerce et l'industrie du Sénégal (Sénégal)
CCCE	Caisse centrale de coopération économique (Paris - France)
CETA	Centre d'études techniques agricoles (France)
CIEH	Comité inter-africain d'études hydrauliques (Ouagadougou - Burkina Faso)
CILSS	Comité inter-États de lutte contre la sécheresse au Sahel (Ouagadougou - B. Faso)
CIRAD	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Montpellier - France)
CNAPTI	Centre national d'apprentissage et de pratiques des techniques d'irrigation (Dakar- Sénégal)
CSS	Compagnie sucrière sénégalaise (Dakar - Sénégal)
FAO	Organisation des Nations-Unies pour l'agriculture et l'alimentation [Food and agriculture organisation], (Rome - Italie)
GIE	Groupement d'intérêt économique
GMP	ou Groupe motopompe
GRAAP	Groupe de recherche et d'appui à l'autopromotion paysanne (Bobo-Dioulasso - Burkina Faso)
GRDR	Groupe de recherche et de réalisation pour le développement rural (Aubervilliers - France)
IDA	Association internationale de développement (Washington - USA)
IPD	Institut panafricain pour le développement (Douala - Cameroun, Ouagadougou - Burkina Faso)
OCDE	Organisation de coopération et de développement économique (Paris - France)
OMS	Organisation mondiale de la santé (Genève - Suisse)
OMVS	Organisation de mise en valeur de la vallée du fleuve Sénégal (Dakar - Sénégal)
ONAHA	Office national des aménagements hydro-agricoles (Niamey - Niger)

ONG	Organisation non gouvernementale
ORD	Organisme régional de développement
PIV	Périmètre irrigué villageois
SAED	Société d'aménagement et d'exploitation du Delta (Saint-Louis - Sénégal)
SATEC	Société d'aide technique pour la coopération et le développement (Paris - France)
SOCAS	Société de conserverie alimentaire du Sénégal (Sénégal)
SONADER	Société nationale de développement rural (Mauritanie)
UBT	Unité de bétail tropical (l'animal de référence est un bovin de 250 kg)
UCOBAM	Union des coopératives agricoles de Bam (Ouagadougou - Burkina Faso)

### **Editeurs et diffuseurs des ouvrages cités**

#### **ACCT**

13 quai André Citroën- 75015 Paris  
Tél. 44 37 33 00

#### **ADRAO/ WARDA**

P.O. Box 1019 Monrovia, Libéria  
Tél. (231) 22 14 66/22 19 63

#### **CEMAGREF - DICOVA**

B.P. 22 - 92162 Antony cédex  
Tél. 40 96 61 32

#### **CIRAD - CIDARC**

Avenue du Val de Montferrand  
B.P. 5035 - 34032 Montpellier cédex  
Tél. 67 6158 00

#### **CTA**

Postbus 380 - 6700 AJ Wageningen  
Pays-Bas  
Tél. (31) 8380 60400

#### **FAO**

Via delle terme di Caracalla  
00100 Rome, Italie

Tél. (39-6) 57 971  
ou Librairie Pédone  
13, rue Soufflot 75005 Paris

**GRDR**  
8rue Paul Bert - 93300 Aubervilliers  
Tél. 48 34 95 94

**GRET**  
213 rue La Fayette - 75010 Paris  
Tél. 40 35 13 14

**L'HARMATTAN (Ed.)**  
4 rue de l'École Polytechnique  
75005 Paris  
Tél. 43 54 79 10

**KARTHALA**  
22-24 boulevard Arago 75013 Paris  
Tél. 43 31 15 59

**MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION**  
**La Documentation Française**  
*Vente directe:*  
29 quai Voltaire - 75007 Paris  
Tél. 40 15 71 10  
*Vente par correspondance:*  
124 rue Henri Barbusse  
93308 Aubervilliers cédex  
Tél. 40 15 70 00

**ORSTOM**  
70 route d'Aulnay - 93143 Bondy  
Tél. 48 47 31 95

**UNIVERSITÉ AGRONOMIQUE**  
**DE WAGENINGEN**  
P.O. Box 9101  
6700 HB Wageningen

Pays-Bas  
Tél. (31) (8370) 83522/ 83040

**VERLAG J. MARGRAF**

Mühlstrasse 9  
Postfach 105  
D-6992 Weikersheim  
Allemagne  
Tél. (49) (0) 79 34 30 71

**Bibliographie****Pour en savoir plus... (ouvrages utiles aux techniciens)**

BELLONCLE (G.).- Participation paysanne et aménagement hydro-agricole.-Paris, Karthala, 1985

BERTON (S.).- La maîtrise des crues dans les bas-fonds. Petits et microbarrages en Afrique de l'Ouest (Le point sur n°12).- Paris, GRET, ACCT, AFVP, ministère de la Coopération et du développement, 1988

BILLAZ (R.); DIAWARA (Y.).- Enquêtes en milieu rural sahélien.- Paris, PUF, ACCT, 1981

BROUWER (C.); FAO.- Manuels sur la gestion des eaux d'irrigation. Manuels du technicien. N°1: Introduction à l'irrigation, n°2: Topographie pratique élémentaire, n°3: Les besoins en eau d'irrigation, n°4: Pilotage des irrigations, n°5: Méthodes d'irrigation.- Rome, FAO, 1987-1990

CHLEQ (J.-L.); DUPRIEZ (H.).- Eau et terres en fuite. Métiers de l'eau du Sahel. Nivelles (Belg), Terres et Vie; Dakar, ENDA; Paris, l'Harmattan, 1984

CIRAD.- Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production, in: Les cahiers de la recherche et du développement n°14 et n°15.- Montpellier, CIRAD, 1987

CTGREF; Ministère de l'agriculture.- Évaluation des quantités d'eau nécessaires aux irrigations.- Paris, Ministère de la coopération, 1979

DAUM (C.).- Du foyer au village: associations immigrées et transformations dans la vallée du fleuve Sénégal.- Paris, GRDR, 1991

DIEMER (G.).- Gestion des périmètres irrigués. L'irrigation au Sahel.- Paris, Karthala, 1986

DIEMER (G.); VAN DER LAAN (E.).- L'irrigation au Sahel.- Paris, Karthala; Wageningen, CTA, 1987

DUPRIEZ (H.); LEENER (Ph. de).- Les chemins de l'eau, ruissellement, irrigation, drainage. Manuel tropical.- Wageningen, CTA; Dakar, ENDA; Paris, l'Harmattan, 1990

- GRET; ITD.- Les énergies de pompage.- Paris, ministère de la Coopération et du développement, 1985
- HECQ (J.); DUGAUQUIER; CTA.- Périmètres irrigués villageois en Afrique sahélienne.- Wageningen, CTA, 1990
- IPD.- Comprendre une économie rurale. Guide pratique de recherche.- Paris, l'Harmattan, 1981
- LAVIGNE DEL VILLE (P.).- La rizière et la valise. Irrigation, migration et stratégies paysannes dans la vallée du fleuve Sénégal.- Paris, FPH, GRET, SYROS Alternatives, 1991.- Collection Ateliers du développement
- RÉSEAU RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT (Groupe de travail "irrigation").- La réhabilitation des périmètres irrigués.- Paris, GRET, ministère de la Coopération, 1991.- Collection Travaux de recherche-développement
- RÉSEAU RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT (Groupe de travail "formation à la base").- Formations rurales. Analyse de 41 expériences. Pratiques et méthodes. Paris, ministère de la Coopération et du développement, GRET, 1990.- Collection Rapport d'étude
- RIEUL (L.); CEMAGREF; RNED-HA; CEP - France Agricole.- Guide pratique de l'irrigation.- Antony, CEMAGREF DICCOVA, 1990
- ROCHETTE (M.); CILSS; GTZ.- Le Sahel en lutte contre la désertification. Leçons d'expériences.- Weikersheim (RFA), MARGRAF, 1989
- ROOSE (E.).- Érosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest, in: Travaux et documents n°78.- Paris, ORSTOM, 1977
- SOGETHA.- Les ouvrages d'un petit réseau d'irrigation.- Paris, Ministère des relations extérieures, 1982
- SOGREAH.- Irrigation gravitaire par canaux.- Paris, ministère de la Coopération et du développement, 1976
- STEEKELENBURG (P. van).- L'agriculture irriguée en Afrique. Actes du séminaire de Harare.- Wageningen, CTA, 1988
- VERDIER (J.); MILLO (J.-L.).- Manuel de maintenance des périmètres irrigués. Paris, Ministère de la coopération (à paraître - deuxième trimestre 92)

### Autres documents utilisés

- BAILLY (C.); GOUJON (P.); PARE (J.).- Conservation des sols au Sud du Sahara. Paris, Ministère de la coopération; Nogent-sur-Marne, CTFT, 1979
- BERGER (F.); LAUTIER (A.).- La culture irriguée à Matam.- Paris, GRDR, 1981
- BERTHOME (P.); GOUEFON (M.); PIATON (H.).- Aménagements hydro-agricoles en zone soudano-sahélienne.- Ouagadougou, CIEH; Montpellier, CEMAGREF, 1986
- BODA (Ph.); CASTELLANET (C.).- Synthèse des travaux de l'atelier et du séminaire organisé du 4 au 8 septembre 1989 à Montpellier.- Paris, GRET, 1990

- BONFILS (M.).- Halte à la désertification au Sahel. Guide méthodologique. Paris, Karthala, 1987
- BONNEFOND (P.); CANEILL (J.); AURIOL (O.); NDIAYE (M.); MEN VIELLE (J.); CLÉMENT (A.).- Étude d'unités de production de paysans pratiquant la culture irriguée dans le cadre de la SAED. Analyse descriptive (3 vol.). Dakar, ORSTOM, 1980
- BOOHER (L.-J.).- L'irrigation de surface.- Rome, FAO, 1974
- BOUBACAR (F.); HUIBERS (F.); AMADOU ANTA (S.).- Projet de gestion de l'eau. Rapport n°4.- Monrovia, ADRAO; Université de Wageningen (Pays-Bas), 1988
- CATTIN (B.); FAYE (Y.).- L'exploitation agricole familiale en Afrique soudano-sahélienne.- Paris, PUF, ACCT, 1982
- CIEH; AFVP.- Les digues filtrantes: aménagement de conservation des eaux et des sols.- Ouagadougou, CIEH, AFVP, 1987
- DOORENBOS (J.); PRUIT (W.-O.).- Les besoins en eau des cultures, in: Bulletin d'irrigation et de drainage n°24.- Rome, FAO, 1976
- DUPRIEZ (H.).- Paysans d'Afrique noire.- Nivelles (Belgique), Terres et Vie, 1980
- FAO.- La conception des réseaux de drainage, in: Bulletin d'irrigation et de drainage n°38.- Rome, FAO 1984
- HUIBERS (F.); SPEELMAN (J.-J.).- Gestion de l'eau dans les périmètres irrigués villageois dans la vallée du fleuve Sénégal. Aspects techniques. -Monrovia, ADRAO, 1990
- JAMIN (P.-Y.).- La double culture du riz dans le delta du fleuve Sénégal. Montpellier, CIRAD, 1986
- JAMIN (P.-Y.); TOURRAND (J.-F.).- Évolution de l'agriculture et de l'élevage dans une zone de grands aménagements: le delta du fleuve Sénégal.- in: Cahiers de la recherche et du développement n°12.- Montpellier, CIRAD, 1986
- KRAATZ (D.-B.).- Revêtement des canaux d'irrigation.- Rome, FAO, 1977
- KRAATZ (D.-B.); MAHAJAN (I.-K.).- Petits ouvrages hydrauliques. -Rome, FAO, 1982
- LAVIGNE DELVILLE (P.).- Les PIV de Matam. Stratégies paysannes et irrigation. Paris, RÉSEAU RECHERCHE-DÉVELOPPEMENT, GRDR, 1989
- LERICOLLAIS (A.); SECK (S.-M.).- Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production dans la vallée du fleuve Sénégal. Travaux de synthèse. -in: Cahiers de la recherche et du développement n°12.- Montpellier, CIRAD, 1987
- MATHIEU (P.).- Évaluation du périmètre de Korioumé.- Huy (Belgique), Iles de Paix, 1985
- PELISSIER (P.).- Les paysans du Sénégal: les civilisations agraires du Cayor à la Casamance. -Saint-Yrieix, FABREGUE, 1966

RAY (N.).- Gestion de l'irrigation dans les petits périmètres du Niger, Afrique de l'Ouest.- Ithaca, NY (USA), Cornell University, 1988

SCHREYGER (E.).- L'Office du Niger au Mali. La problématique d'une grande entreprise agricole dans la zone du Sahel.- Wiesbaden, STEINER, 1984

STEECKELENBURG (P. van); AVIRON VIOLET (J.); SOUMAILA (A.); WALDSTEIN (A.).- Le développement des cultures irriguées dans le Sahel: contraintes de la politique des irrigations et stratégies paysannes. Rapport de synthèse. Paris, Club du Sahel; Ouagadougou, CILSS.- Janvier 1991

UNIVERSITÉ AGRONOMIQUE DE WAGENINGEN. Département d'irrigation et de conservation des eaux et des sols.- La conception viable d'aménagement hydro-agricoles paysanne en Afrique subsaharienne (2 vol.).- Wageningen (Pays-Bas), Université agronomique, 1990.- Voir en particulier:

- Lucas Horst: "Incompatibilité entre la culture de concepteur exogène et les perceptions paysannes." (vol. I)
- Willem F. van Driel: "La relation entre la conception technique et la gestion d'un aménagement hydro-agricole. Exemples des périmètres irrigués villageois et des aménagements intermédiaires sur la rive gauche de la moyenne vallée du fleuve Sénégal." (vol. I)
- Office du Niger: "Responsabilisation paysanne à l'Office du Niger. Rôle des exploitants dans les aménagements et la gestion de l'eau." (vol. I)
- Ton Meijers: "L'interaction entre les exploitants et l'aménagiste dans le processus de conception technique des périmètres irrigués villageois à l'Ile de Morphil dans le Nord du Sénégal." (vol. II)
- J.L. Thiombiano: "Conception des aménagements hydro-agricoles comme processus interactif entre les différentes parties. Expérience du projet Sensibilisation et Formation." (vol. II)
- Ibrahima Dia: "Dimensions socio-culturelles dans la conception des aménagements hydro-agricoles". (vol. II)

VAN GAALEN (J.).- Projet gestion de l'eau. Étude de la cuvette de Cascas: problématique relative aux droits fonciers.- Saint-Louis, ADRAO, 1988

VERMEIREN; JOBLING.- L'irrigation localisée, in: Bulletin d'irrigation et de drainage n°36.- Rome, FAO, 1983

WEIGEL (J.-Y.).- Les Soninké du Sénégal.- Paris, ORSTOM, 1982

YERS (R.-S.); WESTCOT (D.-W.).- La qualité de l'eau en agriculture, in: Bulletin d'irrigation et de drainage n°12.- Rome, FAO, 1988

À paraître dans la collection *Techniques rurales en Afrique* du ministère de la Coopération et du développement

## MAINTENANCE DES PÉRIMÈTRES IRRIGUÉS

J. Verdier et J.-L. Millo

Ce manuel répond au souci de servir de guide aux gestionnaires des périmètres irrigués de grande taille. Il se présente en trois parties:

- Un guide méthodologique (première partie) où le gestionnaire trouvera une référence théorique destinée à assurer la logique des démarches dont il a la responsabilité.
- Un guide opérationnel (troisième partie) qui se veut pratique et interactif: pratique, car il est composé de modèles de fiches très clairement explicitées, et complété de nombreuses références d'applications; interactif, car il ne propose pas un «modèle figé». L'ambition des auteurs est qu'un échange permettant des mises au point successives puisse s'instaurer entre les rédacteurs et les utilisateurs potentiels.
- Les études de cas s'intercalent entre ces deux guides et constituent une deuxième partie. Ces cas illustrant la diversité des situations, offrent un éclairage de la réalité "sur le terrain". Ainsi, le lecteur, selon l'expérience qu'il aura de la matière traitée, par la confrontation de cette réalité à la vision méthodologique globale du premier guide, pourra tirer profit d'une lecture en boucle entre la première et la deuxième partie. Il pourra en être de même de l'usage du guide opérationnel de la troisième partie.

En outre, ce manuel pourra s'ouvrir sur une vision plus large des autres aspects de la gestion des aménagements hydro-agricoles, car pour le gestionnaire «tout se tient»; l'interactivité recherchée pourra élargir le champ des échanges aux autres domaines de l'art d'aménager

Cet ouvrage est en vente à la Documentation française.

Par correspondance: 124, rue Henri Barbusse 93308 Aubervilliers Cèdex

Vente directe: 29, quai Voltaire 75007 Paris.

### **L'IRRIGATION VILLAGEOISE - Gérer les petits périmètres irrigués au Sahel**

Cet ouvrage est un outil d'aide à la décision pour les ingénieurs et techniciens responsables du développement. C'est un livre pratique pour aborder les enjeux sociaux, économiques et techniques tels qu'ils se posent sur le terrain. Il ne propose pas de solutions miracles, mais rassemble des informations et des points de repère techniques et méthodologiques. Il cherche à répondre aux questions que se posent des acteurs de terrain et leur donne des exemples d'amélioration possible, ainsi qu'une méthode d'analyse des problèmes. Son originalité repose sur l'étude des causes de réussite ou d'échec de petits périmètres d'irrigation au Sahel (Sénégal, Mauritanie, Mali, Burkina Faso, Niger). C'est la confrontation de ces expériences de terrain qui constitue la base des analyses et des informations proposées.

### **VILLAGE IRRIGATION. How to manage small irrigated perimeters in the Sahel region**

This manual is a tool for decision making which addresses engineers and technicians responsible for development. It is a practical book that allows to treat the social, economic and technical issues as they stand out in the field. It does not propose miracle solutions, but it puts together a large number of technical and methodological informations and references. It aims at answering the questions of the actors in the field and gives them examples of possible improvements, as well as a method for analysing problems. Its originality lies in the study of the reasons why small irrigated perimeters in the Sahel region (Senegal, Mauritania, Mali, Burkina Faso, Niger) succeeded or failed. The confrontation of these field experiences constitutes the basis of the proposed analyses and informations.

### **LA IRRIGACION EN LOS PUEBLOS - Manejar las pequeñas áreas de regadío en el Sahel**

Esta obra es una herramienta de ayuda a la decisión para los ingenieros y técnicos responsables del desarrollo. Es un libro práctico para abordar los retos sociales, económicos y técnicos, tal como se plantean en el terreno. No propone soluciones milagros, pero si reune un conjunto de informaciones y puntos de referencia técnicos y metodológicos. Trata de responder a las preguntas que se hacen los actores de terreno y les da ejemplos de mejoramiento posible, así como un método de análisis de los problemas. Su originalidad estriba en el estudio de las causas del éxito o del fracaso de pequeñas áreas de regadío en el Sahel (Senegal, Mauritania, Malí, Burkina Faso, Niger). La confrontación de estas experiencias de terreno constituye la base de los análisis e informaciones propuestos.

### A IRRGAÇÃO NOS POVOADOS - Gerir os pequenos perímetros irrigados no Sahel

Essa obra é uma ferramenta de ajuda à decisão para os engenheiros e técnicos responsáveis do desenvolvimento. É um livro prático para abordar os desafios sociais, econômicos e técnicos tal como aparecem no terreno. Ele não propõe soluções milagrosas, mas reúne um conjunto de informações e pontos de referência técnicos e metodológicos. Procura responder às perguntas colocadas pelos atores de terreno e oferece-lhes exemplos de melhoramento possível, assim como um método de análise dos problemas. Sua originalidade baseia-se no estudo das causas do sucesso ou do fracasso de vários perímetros irrigados no Sahel (Senegal, Mauritânia, Mali, Burkina Faso, Níger). A confrontação dessas expériências de terreno constitui a base das análises e das informações propostas.

*Christian Castellanet, agronome au sein de l'équipe Agriculture du Groupe de recherches et d'échanges technologiques, a travaillé depuis dix ans dans des projets de recherche-développement en Afrique et aux Antilles. Actuellement, il anime le groupe irrigation du réseau Recherche-Développement. Il a bénéficié de nombreux appuis pour réaliser cet ouvrage, et notamment de l'aide d'assistants techniques français et hollandais.*

*L'AFVP (Association française des volontaires du progrès) et le GRDR (Groupe de recherches et de réalisations pour le développement rural) ont participé activement à l'élaboration de cet ouvrage: conception, identification d'expériences intéressantes en zone sahélienne et aide logistique sur le terrain.*

Photo de couverture: Roberto Cogno (Iram)

ISBN: 2-86844-044-4

ISSN: 0763-7381

Prix: 150 FF

GRET, 213 rue La Fayette 75010 Paris.

Tél. : (1) 40 35 13 14. Télex: 212890 F. Fax. : (1) 40 35 08 39

[Version texte](#)