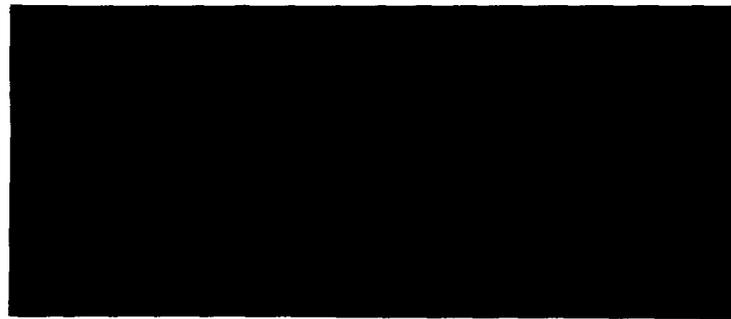


PN-ACF-135

101542

PROJET
MRT

MANAGEMENT
DES RESSOURCES DU TADLA



Préparé par
Chemonics International Inc
Resources Management International, Inc
Agricultural Development Consultants, Inc
National Cooperative Business Association
University of California, Davis

Royaume du Maroc

Ministère de l'Agriculture et de la Mise en Valeur Agricole • ORMVA du Tadla
Projet financé par l'USAID • No de contrat 608-0213-C-00-4002 • No de projet 608-0213-3-20014

PN-ACF-135

Projet Management des Ressources du Tadla

AMELIORATION DES SYSTEMES D IRRIGATION
EN SURFACE DANS LE PROJET
D IRRIGATION DU TADLA

Rapport No 27

Préparé par

Allen R Dedrick

Septembre 1995

TABLE DES MATIERES

	Page
RESUME	iv
SECTION I-- INTRODUCTION	1
A Objectifs de la consultation	1
B Récapitulatif des activités effectuées durant la mission de consultation	2
SECTION II-- RESUME DES DEMONSTRATIONS DES BASSINS A FOND PLAT EFFECTUEES EN 1995	4
A Les conditions de la démonstration	4
B Mise en forme du terrain	4
C Les résultats de l'irrigation	5
D Les études d'infiltration	6
E Rendements du Mais	8
F Contrôle de l'eau à l'intérieur des bassins	9
SECTION III--LA CONCEPTION DES BASSINS A FOND PLAT ET LES INSTRUCTIONS DE FONCTIONNEMENT POUR L'APPLICATION FUTURE DANS LA REGION DU TADLA	16
A L'évaluation opérationnelle des bassins à fond plat	16
B Les recommandations pour la conception du bassin	17
C Instructions pour amener l'eau dans les bassins à fond plat	21

TABLE MATIERES (Suite)

D	Mise en forme et aplanissement du terrain contrôle au laser	21
E	Gestion des travaux du sol	21
F	La caractérisation et la gestion du sol	22
G	La programmation de la livraison d'eau	23
SECTION IV--RESUME DES RÉSULTATS DES DEMONSTRATIONS DES BASSINS A FOND PLAT ET RECOMMANDATIONS POUR LE FUTURE		27
A	Plans pour la saison d'hiver 1995 et 1996	27
B	Résultats des bassins à fond plat et recommandations associées	27
C	Recommandations générales pour l'action future d'amélioration de l'irrigation de surface	30
SECTION V--REFERENCES		32
SECTION VI--ANNEXES		33
	Appendix A--Agenda pour la tournée d'études au Portugal	34
	Appendix B-- Données des études topographiques pour les parcelles 1 et 2, CRAT, Été 1995	35
	Appendix C -Résumé des irrigations au niveau des bassins à fond plat, CRAT, Été 1995	36
	Appendix D--Résultats de l'infiltromètre à anneau émanant des parcelles CRAT Été 1995	37
	Appendix E--Protocole d'analyse des données de l'infiltromètre à anneau et modification de la collecte des données	38
	Appendix F--Diagrammes d'analyses relatifs aux exemples de budget partial	42
	Appendix G--Glossaire	43

RESUME

L'objet premier de cette mission de consultation était de continuer à conseiller et assister le personnel du Projet de Management des Ressources du Tadla (MRT) et de l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tadla (ORMVAT) en vue d'apporter des améliorations aux systèmes d'irrigation en surface dans la région du Tadla. Cette mission de consultation venait suite à la mission de mars-avril au cours de laquelle des plans ont été faits pour évaluer de manière spécifique les systèmes d'irrigation par bassins à fond plat dans le Tadla.

Une démonstration pour l'étude des bassins à fond plat a été effectuée dans le Centre pour la Recherche Agronomique en Arboriculture pour le Tadla au cours de l'été 1995. Du maïs a été cultivé utilisant des billons et des sillons standards. Les points mis en lumière par la démonstration ont compris (1) les applications par irrigation aux divers bassins se sont situées entre environ 700 et 850 m³/Ha, (2) les taux d'irrigation qui y sont associées se situaient entre 7 et 8,50 hr/Ha, (3) la précision atteinte avec le nivellement du sol avec un raboteur était comme prévue avec des écarts types dans l'élévation de la surface du terrain se situant entre 3,2 cm et 3,8 cm et que la précision va s'améliorer de manière significative avec le scraper contrôlé au laser dont la procédure d'achat est en cours (par exemple, l'écart type sera proche de 1,5 ou moins), (4) les résultats des tests d'infiltromètre à anneau montrent clairement des caractéristiques d'infiltration plus faibles pour la zone de démonstration que celles auxquelles on s'attendait lors de la conception des bassins au cours de la première mission de consultation, ce qui laisse croire que les bassins plus larges devraient être évalués (par exemple, des bassins avec des largeurs allant jusqu'à 12 et 80 m), et (5) les canaux secondaires construits le long des extrémités des sillons ont bien fonctionné au cours de la démonstration.

Les résultats de la démonstration des bassins à fond plat réalisée dans le CRAT durant l'été 1995 suggèrent que la technologie des bassins à fond plat devrait être davantage évaluée dans la région du Tadla. Des plans ont été faits durant la mission de consultation pour étendre l'évaluation des bassins à fond plat à trois endroits pour la saison de culture d'hiver. Ces sites seront préparés avec ou sans équipement contrôlé par laser suivant que la livraison des équipements commandés est faite ou non. Les démonstrations prévues seront faites l'une sur le premier site du CRAT, la deuxième dans une ferme coopérative et la troisième sur des terres gérées par l'ORMVAT.

Aussitôt que l'équipement contrôlé par laser et le scraper livrés, la formation des opérateurs de tracteurs et des équipes d'études topographiques sera effectuée. Il est prévu que la technologie du scraper contrôlé par laser serait appliquée également aux systèmes d'irrigation inclinés. Un engagement devrait être pris par l'ORMVAT pour fournir (1) un tracteur qui serait exclusivement réservé au programme de nivellement et d'aplanissement du sol contrôlés par laser, (2) des opérateurs de l'équipement qui seraient formés et qui seraient affectés à travailler sur l'équipement de manière continue dans les champs, (3) des équipes d'études topographiques qui travailleraient avec les opérateurs de l'équipement et (4) une équipe de coordination pour planifier et programmer le nivellement du terrain contrôlé par laser dans les exploitations agricoles à

travers le périmètre

Une meilleure compréhension des caractéristiques d'infiltration des sols du Tadla est nécessaire. Au cours de la saison d'hiver 1995-1996, des évaluations des bassins à fond plat et des tests d'infiltration à anneau devraient être effectués dans les endroits où les bassins à fond plat sont mis à l'essai. En outre, le Projet MRT et l'ORMVAT devrait étudier la possibilité de passer un contrat avec la Direction de l'Hydraulique, l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, en vue de caractériser l'infiltration pour les principaux types de sol dans la région.

Une attention particulière devrait continuer à être donnée aux procédés de labour qui se font sur les parcelles finies avec précision et l'effet que chacun peut avoir. Le travail qui se fait au Portugal pour améliorer les outils agricoles à bras utilisés en conjonction avec la technologie de finissage du sol contrôlé par laser a été observé de première main par la délégation en visite. Certaines des idées observées au Portugal peuvent avoir une application dans la région du Tadla et dans d'autres périmètres irrigués du Maroc. Des efforts devraient être déployés pour mettre sur pied un programme de collaboration entre le Maroc et le Portugal. Plusieurs des leçons apprises dans ce pays en matière d'amélioration des pratiques d'irrigation en surface tout au long des 10 dernières années peuvent s'appliquer directement aux conditions du Maroc.

La programmation des irrigations constitue un facteur clé en vue d'atteindre des irrigations hautement efficaces au niveau des exploitations lorsque le système d'irrigation en utilisation pourra distribuer l'eau de manière uniforme. À plusieurs reprises au cours des démonstrations de la technique des bassins à fond plat au CRAT, l'eau était prise bien avant qu'elle ne soit requise. Ceci fait partie de la question de l'inflexibilité à laquelle le personnel du Projet MRT et de l'ORMVAT donne à l'heure actuelle une attention particulière. Il est essentiel que l'eau puisse être commandée et livrée au moment opportun (i.e., non sur une base fixe) pour la durée désirée. Les questions de l'inflexibilité associées à la livraison de l'eau seraient documentées au cours des études futures sur les systèmes d'irrigation en surface.

Une attention particulière devrait être accordée à la collecte de données pour tous les systèmes améliorés d'irrigation en surface, ce qui nécessiterait des ressources considérables pour acquérir ces données, procéder à l'analyse et formuler les recommandations appropriées. Un tel effort devrait être considéré pour le long terme, et en conséquence, un engagement devra être pris pour résoudre toutes les questions pertinentes. Ceci comprendrait l'emploi d'un personnel considérable pour fournir l'orientation et l'assistance technique aux agriculteurs utilisant des systèmes d'irrigation améliorés. Pour ce faire, il faudra nécessairement assurer la formation à tous les niveaux. Ces questions ont été discutées avec le personnel de l'ORMVAT au cours de la mission de consultation et avec Dr Mohamed Ait Kadi, du Ministère de l'Agriculture.

SECTION I

INTRODUCTION

A Objectifs de la Consultation

L'objet premier de cette mission de consultation était de continuer à conseiller et assister le personnel du Projet de Management des Ressources du Tadla (MRT) et de l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Tadla (ORMVAT) en vue d'apporter des améliorations aux systèmes d'irrigation en surface dans la région du Tadla. Cette mission de consultation venait suite à la mission de mars-avril 1995 au cours de laquelle des plans ont été faits pour évaluer de manière spécifique les systèmes d'irrigation par bassins à fond plat dans le Tadla. Au cours de cette mission de consultation j'ai

- conduit un voyage d'étude au Portugal mettant l'accent sur l'amélioration des systèmes d'irrigation en surface,
- revu et analysé les données réunies de l'étude sur les démonstrations des bassins à fond plat sur le Centre de Recherche Agronomique d'Arboriculture du Tadla (CRAT) au cours de l'été 1995,
- encadré le personnel de l'ORMVAT et du projet MRT dans l'utilisation de programme informatique utilisé dans la conception et l'évaluation des bassins à fond plat,
- identifié et revu le matériel qui a besoin d'être réuni pour fournir une base de données qui servirait comme référence pour l'évaluation des systèmes améliorés d'irrigation de surface,
- revu les techniques et conditions d'analyse de données avec le personnel de l'ORMVAT et du projet MRT,
- mis au point des plans, en collaboration avec le personnel de l'ORMVAT et du MRT, pour l'évaluation continue des systèmes de bassins à fond plat par les techniciens de l'ORMVAT. Les plans comprennent un certain nombre d'emplacements, les dimensions appropriées des bassins à évaluer, des recommandations pour dévier l'eau dans les systèmes de bassins de manière à prévenir l'érosion, et recommandé des exigences relatives aux équipements de préparation des terres associés à la technologie de nivellement précis du sol, et
- présenté les résultats des démonstrations des bassins à fond plat, les plans pour le futur et les contraintes et/ou limitations associées au programme d'amélioration de l'irrigation en surface, au personnel de l'ORMVAT et du MRT

L'objectif et les résultats escomptés des évaluations en cours sur divers sites à travers le Tadla qui utilisent actuellement la technologie des bassins à fond plat et qui sera plus tard étendu aux démonstrations des sillons en pente et des plate bandes utilisant la technologie de contrôle par laser dans les propriétés agricoles coopératives sont de

- Fournir une expertise dans l'utilisation des bassins à fond plat dans les conditions prévalant dans la région, et fournir une base pour la mise au point de protocoles à utiliser dans la dissémination de la technologie aux propriétés agricoles coopératives
- Etendre la technologie de bassins à fond plat aux démonstrations sur le terrain dans les propriétés coopératives dans un effort visant à obtenir un feed-back "centré sur les cultivateurs" quant à l'utilité des différents systèmes
- Incorporer la mise en forme et le lissage contrôlés par laser¹ à toutes les technologies d'irrigation de surface en cours d'évaluation dans le périmètre irrigué du Tadla (c a d ajouter le nivellement par laser aux démonstrations en cours des sillons inclinés et des plate-bandes inclinées réalisées par l'ORMVAT et en tant que moyen pour améliorer le système traditionnel dit Robta)
- Mise au point du protocole de collecte de données, nécessaire pour l'évaluation de la viabilité économique (Analyse du Budget Partiel) des divers technologies (sillons longs [sillons inclinés et planches inclinés], bassins à niveau, systèmes de distribution d'eau pour les sillons inclinés [c a d tuyaux à siphons et tubes à vannes], et l'équipement contrôlé par laser de mise en forme et lissage du terrain) dans les conditions qui prévalent localement.

B Récapitulatif des activités effectuées durant la mission de consultation

Un groupe constitué de membres du personnel de l'ORMVAT se sont rendu au Portugal du 12 au 16 septembre. Je les ai rejoint les 15 et 16 septembre pour mettre l'accent sur le programme d'amélioration de l'irrigation en surface mis en oeuvre par Dr Pedro Leao de Sousa depuis 1985. Nous avons été les hôtes du Dr De Sousa de l'Institut Supérieur d'Agronomie de Lisbonne, lors de notre visite de la station de recherche à Coruche au Portugal le 15 septembre et de notre réunion à l'Institut à Lisbonne le 16 septembre. Nous avons été en mesure de discuter les questions clés associées à l'amélioration des systèmes d'irrigation en surface. Dr De Sousa s'est également arrangé pour organiser deux réunions au profit du groupe visiteur dans deux districts d'irrigation. Le calendrier pour le voyage d'étude est fourni en tant qu'annexe A. Les participants au voyage d'étude étaient Messieurs Laaroussi Mohammed, Elklil Hassan, El Iamini Ahmed, Afrit Bouchaib, Mouradi Abdellah et Riani Abdelhamid de l'ORMVAT et Paul Marko du Projet MRT. J'ai été sur site aux bureaux du MRT à Fkih Ben Salah du 18 au 27 septembre 1995 et pris

¹ Tel qu'il est utilisé dans ce rapport, le terme de mise en forme du terrain se rapporte à un procédé de nivelage du sol selon lequel le plan du terrain est rendu différent du plan "le plus approprié". Quant à l'aplanissement il concerne un procédé d'aplanissement général par lequel on obtient le plan "le plus approprié" après remaniement du sol ou encore l'aplanissement de précision qui s'obtient grâce à une finition du sol contrôlée par laser.

part à une réunion au siège du Ministère de l'Agriculture à Rabat le 28 septembre

J'ai passé la grande partie de mon temps à revoir le programme de démonstrations des bassins à fond plat, analyser les résultats des démonstrations considérer les instructions futures pour le programme d'amélioration de l'irrigation de surface tenir des réunions avec le personnel de l'ORMVAT et du projet MRT et à rédiger le présent rapport

Une grande partie de temps à été consacrée à l'utilisation de BASIN, un programme informatique pour la conception de systèmes d'irrigation par bassin à niveau avec le personnel de l'ORMVAT et du projet MRT Les sessions pratiques ont fourni une initiation à l'utilisation du programme et aux questions qui ont besoin d'être considérées lors de la conception des bassins à fond plat

Le protocole d'évaluation sur le terrain associé à la déviation de l'eau dans les bassins à fond plat à partir des canaux quaternaires, les mesures de l'infiltration, la préparation du terrain, les besoins associés à l'évaluation de la qualité de lissage du terrain, l'application des irrigation le dimensionnement des bassins pour les tests futurs des bassins à fond plat et les analyses des données ont tous fait l'objet de discussions de fonds en comble Les besoins en ressources et le besoin pour un engagement à long terme vis à vis le programme d'amélioration de l'irrigation en surface

Deux réunions ont été tenues avec le personnel de l'ORMVAT et du projet MRT La première, tenue le 26 septembre avec le Directeur de l'ORMVAT., Mr H Hajjaji, Mr Laaroussi Mohamed et divers autres membres du personnel de l'ORMVAT, a été un examen du programme d'amélioration de l'irrigation de surface La seconde réunion organisé le 27 septembre a été dans le cadre d'un séminaire au profit d'une grande audience de l'ORMVAT et dans laquelle j'ai couvert les résultats des démonstrations de bassins à fond plat réalisées au CRAT, les plans immédiats et à long terme et certaines de mes préoccupations concernant le succès du programme

Paul Marko et moi même avons rendu visité au Dr Ait Kadi, Directeur du Génie Rural au Ministère de l'Agriculture et avec d'autres personnes à Rabat le 28 septembre Les questions discutées ont compris, le Centre National d'Irrigation, les réalisations enregistrées à Tadla, et les plans pour le future, le besoin pour un engagement à long terme à soutenir la mise en oeuvre de la technologie d'irrigation, le besoin d'organiser un atelier pour le pays, mettant l'accent l'expérience d'amélioration de l'irrigation de surface acquise dans le Tadla, et le besoin un équipement et des pratiques appropriées de labour pour des systèmes d'irrigation de surface, touchant au voyage d'étude au Portugal

SECTION II

RESUME DES DEMONSTRATIONS DES BASSINS A FOND PLAT EFFECTUE EN 1995

Une démonstration initiale des systèmes d'irrigation par bassins à fond plat dans le Projet du Tadla a été effectuée au cours de l'été 1995. L'objectif de cette démonstration initiale était de fournir une expérience dans l'utilisation des bassins à fond plat dans la région, et si la technologie s'avère appropriée, elle fournirait une base pour le développement de protocoles qui seraient utilisés pour la dissémination de la technologie dans les fermes coopérantes. La démonstration a été effectuée dans une station de recherche, à savoir le Centre pour la Recherche Agronomique en Arboriculture pour le Tadla. Une description du site, des informations sur la conception, l'opération de construction et les procédures de collectes de données ont été présentées dans le rapport MRT n° 22 (Dedrick, 1995).

Les résultats de la démonstration des bassins à fond plat sont présentés dans les sections suivantes. Les points sur lesquels l'accent a été mis comprennent un résumé de l'expérience d'irrigation, l'analyse des mesures d'infiltration à anneau prises au cours de la saison, des informations sur la qualité de nivellement atteint, des informations sur les rendements réalisés et la distribution de l'eau vers et dans les bassins.

A Les conditions de la démonstration

Deux parcelles de terrain ont été sélectionnées dans le CRAT, l'une d'une surface de 0,45 hectares et l'autre de 0,39 hectares. Les schémas des parcelles 1 et 2 sont respectivement présentés en tant que figures II 1 et II 2. Les dimensions des bassins ont été modifiées par rapport aux valeurs indiquées dans le Rapport 22, afin de tester des dimensions plus grandes pour les bassins que ce qui était proposé initialement. Le plan initial prévoyait des bassins de 50m et 80m, avec des largeurs respectives de 6m et 4m. Les dimensions des bassins étaient comme suit : Longueur de 40m à 100m, largeur de 4m à 7m (voir figures II 1 et II 2).

Après leur nivellement, les parcelles ont été passées au disque, billonnées et les bords construits et le maïs ensuite planté à la main le 1 mai. Les premières irrigations ont été appliquées aux parcelles les 3 et 4 mai.

B Mise en forme du terrain

Avant le nivellement, des études topographiques ont été effectuées sur les parcelles. La pente moyenne variait de 30% à 32% (30 ou 32cm par 100m), en conséquence, une coupe maximale de 15 à 16 cm pour niveler à une côte zéro, avec un volume de sol déplacé d'environ 360-370 m³/ha (sans prévision pour la contraction). Le nivellement au niveau zéro a été effectué par un raboteur de marque Eversman, contrôlé manuellement, guidé par une équipe d'études topographiques pour

atteindre l'élévation finie du terrain

Les études topographiques des parcelles ont été effectuées après l'achèvement du nivellement et avant le labour et le sillonnage. Dans ce cas, l'étude topographique des parcelles a été effectuée sur une grille de 18 m x 23 m avec le premier point levé à 4 m à l'intérieur à partir de l'extrémité de la parcelle et 3 m à l'intérieur à partir du bord. Annexe A. Les écarts types résultant (S_d) des élévations de la surface du terrain étaient de 3,5 et 3,2 cm pour les parcelles 1 et 2 respectivement.

Une étude topographique plus détaillée a été effectuée pour chacun des bassins irrigués directement du canal tertiaire peu de temps avant la dernière irrigation comme suit : les levées ont été prises en bas vers le centre de chaque bassin à environ 10 m à 15 m d'intervalle commençant à 5 m de l'extrémité du puits d'entrée dans une zone qui n'était pas affectée par l'érosion. Deux levées ont été prises dans chaque station dans des sillons adjacents. Un résumé des résultats figure dans le Tableau II.1 alors que le jeu complet des données est présenté dans l'Annexe A. Les valeurs de (S_d) étaient aussi basses que 1,6 cm dans l'un des bassins les plus courts et atteignaient 5,1 cm dans un bassin donné. Les écarts types combinés étaient de 3,2 et 3,8 cm (càd le S_d combiné lorsque toutes les levées prises pour tous les bassins dans une parcelle) pour les parcelles 1 et 2 respectivement. Il faudrait noter à ce propos que ces valeurs sont plus ou moins identiques à celles résultant de l'étude effectuée juste après le nivellement et avant la culture.

Les écarts types correspondant mesurés dans les bassins à fond plat aux Etats Unis qui ont été finis avec des engins de nivellement du sol (c.à.d. avant l'utilisation de l'équipement d'aplanissement du sol contrôlé par laser) se situaient généralement entre 2,5 et 3 cm. En conséquence, la qualité du nivellement du sol et le finissage effectués sans guidage laser est ce à quoi on pouvait s'attendre et correspond étroitement aux travaux antérieurs (Dedrick, et al., 1982 et Dedrick, 1983).

C Les résultats de l'irrigation

Les irrigations ont été réalisées par M. Paul Marko du Projet MRT et Messieurs El Iamani Ahmed et Afrit Bouchaib de l'ORMVAT. Sept irrigations ont été appliquées à la parcelle 1 et huit à la parcelle 2. Des résumés détaillés des toutes les opérations d'irrigation des deux parcelles, y compris les dates des irrigations, préparés par M. El Iamani, figurent dans l'annexe B.

Les livraisons d'eau aux parcelles ont été mesurées, utilisant des déversoirs portables à crête large qui ont été récemment introduits au projet (Rapport MRT 12 Replote, 1994). Les mesures ont été prises régulièrement durant les irrigations des bassins dans une parcelle, fournissant ainsi un hydrographe de la livraison d'eau utilisé pour déterminer le débit vers chaque bassin. Ces débits figurent sur les deux colonnes sur la gauche des tableaux dans l'Annexe B. La livraison conceptuelle vers la ferme (normalement vers un canal quaternaire) est de 30 l/s, mais comme prévu, les débits étaient plus qu'à l'accoutumé de 25 à 28 l/s. Il y'avait une certaine fluctuation dans le débit au cours de la livraison de l'eau à une parcelle, mais de nombreux sont presque constants.

Le volume d'eau appliqué à chaque bassin (c.à.d. la profondeur moyenne infiltrée (Z_g comme présenté dans Dedrick, 1995 et P, profondeur humectée, dans l'Annexe B) pour chaque irrigation est

résumé dans le tableau II 2. Seuls les bassins irrigués directement du canal sont inclus dans le résumé des opérations d'irrigation figurant dans le tableau II 2. Les bassins adjacents au canal dans les deux parcelles ont été irrigués directement du canal en utilisant des tubes siphons (la parcelle 1 du bassin n°1 jusqu'au bassin n° 8 et la parcelle 2 du bassin 1 jusqu'au bassin n° 9). Les séguias ont été utilisées pour irriguer les bassins qui ne sont pas adjacents au canal. Bien que les données n'aient pas été collectées sur les autres bassins, une estimation du débit a dû être effectuée pour compenser les pertes par suintement dans les séguias.

L'eau appliquée par irrigation s'est élevée en moyenne à 8,7 cm et 6,9 cm pour les parcelles 1 et 2 respectivement. Les deux parcelles ont été irriguées en même temps à l'exception de la parcelle 1 qui n'a pas été irriguée en date du 25 mai. Chose fort intéressante, quatre des applications maximales sur la parcelle ont été de cette irrigation. Les données reflètent les volumes d'eau appropriés d'eau devant être appliqués par irrigation avec un volume total appliqué de 61 1 cm ou 6,110 m³/ha et 55 1 cm ou 5 510 m³/ha pour les parcelles 1 et 2 respectivement. La consommation estimée pour le maïs dans le périmètre du Tadla est d'environ 5 000 m³/ha.

Le temps nécessaire pour irriguer un hectare est lié au débit et la quantité d'eau appliquée ($Hr/Ha = 27,78 Z_g / Q_m$ ou $27,78 P/Q$ comme présenté dans l'Annexe B, où Q_m et Q représentent le débit et Z_g et P sont comme définis plus haut). En conséquence, le temps moyen pour irriguer un hectare s'est situé entre environ 8 à 10 hr/Ha pour la parcelle 1 et de 6,5 à 8 hr/Ha pour la parcelle 2, sur la base des débits se situant entre 25 et 30 l/s. Les temps typiques pour l'irrigation d'un hectare de terrain dans le périmètre sont de l'ordre de 15 à 25 heures.

D Les études d'infiltration

Les caractéristiques d'infiltration du sol doivent être estimées en vue de concevoir de manière appropriée les systèmes des bassins à fond plat. Comme il a été noté dans le Rapport n° 22 (Dedrick 1995), des taux élevés d'infiltration ont été suspectés à partir des données de perméabilité publiées pour le périmètre. Dans un effort d'aider à élucider les caractéristiques d'infiltration du sol, des instructions pour la collecte de données sur l'infiltration pour des fins de conception de systèmes d'irrigation ont été développées dans le Rapport n° 22. J'ai recommandé que des informations sur l'infiltration soient compilées, y compris toutes les informations disponibles et nouvelles qui seraient fournies en effectuant des tests d'infiltromètre à anneau. Les tests devaient être effectués au niveau des parcelles n° 1 et n° 2 et, si possible, sur d'autres sites à travers le périmètre irrigué. Beaucoup de scepticisme a toujours été associé aux infiltromètres à anneaux, qu'ils soient simples ou doubles, mais toujours est-il qu'ils fournissent au moins quelques informations concernant l'amplitude de l'infiltration.

Huit tests d'infiltromètre à anneau ont été effectués au niveau de la station expérimentale au cours de l'été. Tous les tests ont été réalisés peu de temps avant l'application d'une irrigation, soit le même jour, soit le jour d'avant. Les anneaux furent placés au fond des sillons dans des endroits différents à l'intérieur de la parcelle. L'idéal serait que trois à quatre tests soient effectués à n'importe quel endroit pour aider à résoudre les questions de la variabilité, mais les ressources ont dû être mobilisées surtout pour l'accomplissement des irrigations.

Les directives pour la collecte de données d'infiltromètre à anneau ont été résumées dans l'Annexe C du Rapport n° 22. Les spécifications de construction des infiltromètres ont également été fournies et les anneaux furent construits en conséquence. Six litres d'eau ont été ajoutés aux anneaux de 25 cm de diamètre ce qui a fourni une profondeur d'eau dans l'anneau de 102 mm. Des relevés des points jauge ont été pris pour suivre l'eau à la surface et le "temps d'arrêt" le temps mis par toute l'eau pour s'infiltrer (c à d 50 % de la surface du sol dans l'anneau a été exposé) a été enregistré.

Une fonction puissance simple reliant le temps à l'eau cumulée infiltrée est utilisée dans la conception des bassins à fond plat. L'équation est

$$Z = kt^a \quad (1)$$

où Z représente l'infiltration cumulative, t est le temps d'infiltration, a est un exposant empirique et K est une constante empirique. L'exposant d'infiltration a représente la pente de l'infiltration cumulative par rapport au temps sur papier logarithmique. Les résultats de l'infiltromètre à anneau sont présentés sous une forme graphique dans l'Annexe C. La pente des courbes a été déterminée à partir de l'analyse de régression (la pente pourrait, également, être calculée graphiquement). La ligne d'infiltration a été ensuite réajustée, en gardant la même pente, pour passer à travers le point représentant le temps écoulé lorsque 102 mm sont infiltrés. Cette ligne réajustée fournit le "k" pour compléter la caractérisation de la courbe d'infiltration. Le k ajusté peut être calculé directement à partir de l'équation 1 en utilisant $Z=102$ mm et t correspondant au temps écoulé. Pour les valeurs utilisées ici le temps était en minutes. Le processus de calcul et d'ajustement est illustré dans le schéma II 3 pour le test d'infiltromètre à anneau effectué le 20/05/95 sur la parcelle 2.

Les résultats des tests d'infiltromètre sont récapitulés dans le Tableau II 3 et le schéma II 4. Les conditions initiales de conception, supposées dans le Rapport 22 sont également présentées dans le Tableau II 3. Les données de l'infiltromètre à anneau ont clairement tendance à indiquer des caractéristiques d'infiltration du sol plus faibles que celles supposées lors de la conception des bassins utilisés au CRAT. L'infiltration avait tendance à être plus élevée pour les tests effectués dans la parcelle n° 1 que pour ceux de la parcelle n° 2. Ceci pourrait expliquer les raisons pour lesquelles les quantités d'eau moyennes appliquées à la parcelle n° 1 étaient plus élevées que celles appliquées à la parcelle n° 2. En outre, les données rassemblées dans deux catégories principales avec une courbe "moyenne" présentée dans le schéma II 4 pour les deux groupes. Les groupes ont également tendance à être en rapport avec le temps au cours de la saison d'irrigation avec le plus haut inscrit au tout début de la saison d'irrigation. Les caractéristiques de la courbe moyenne d'infiltration sont

Elevé (Début de saison et généralement, Parcelle n° 1)	$a = 0,73$	$k = 4,25 \text{ mm/min}^{0,73}$
Faible (Fin de saison et généralement, Parcelle n° 2)	$a = 0,68$	$k = 2,50 \text{ mm/min}^{0,68}$

Il a bel et bien été dit dans la documentation que lorsqu'on utilise les méthodes de mesure de l'infiltration pour des eaux stagnantes, les données des valeurs d'infiltration sont plus faibles que lorsqu'elles sont appliquées à un courant d'eau (Elliott et Walker, 1982, Holzapfel et Al, 1988) De plus dans ces méthodes où le procédé d'infiltration est basiquement uni-dimensionnel (l.g., infiltromètre à anneau), l'infiltration est plus faible par rapport aux méthodes où l'infiltration est un procédé bi-dimensionnel (l.g., infiltromètres à billon drainé et à billon bloqué) Par conséquent, les caractéristiques d'infiltration ci-dessus émanant de l'infiltromètre à anneau sont vraisemblablement moins importantes que l'infiltration actuelle sur le terrain

Holzapfel et Al (1988) ont découvert que la méthode de l'infiltromètre à billon bloqué, malgré le fait qu'elle soit une méthode pour l'eau stagnante, a donné des valeurs d'infiltration qui étaient proches de celles données par un infiltromètre à billon drainé Ces résultats similaires vont être réalisés du moment que les deux méthodes englobent le drainage bi-dimensionnel Des techniques de mesure d'infiltration, autres que l'infiltromètre à anneau devraient être employés dans le Tadla, mais la mise en place des techniques est considérablement tenue en compte et nécessité des ressources supplémentaires

E Rendement du maïs

En raison des opérations de nivellement du sol et du temps requis pour la préparation des champs, le maïs a été planté le 1 mai La période normale de semence est vers la mi-avril La variété de maïs utilisée était LG2266 et qui est généralement cultivée dans la région Le taux de semis recommandé pour la variété est de 75,000 à 80,000 plants/hectare Le taux de semis, dû au fait que les semences sont faites à la main, était aux environs de 55 000 plants par hectare Une fois le maïs planté, la première irrigation a été appliquée

Les rendements étaient vérifiés pour la plus part des bassins en prenant des échantillons dans trois endroits différents à l'intérieur d'un bassin, avec chaque site échantillon situé à environ chaque mi-point de chaque tiers du bassin En échantillonnant de cette manière, une certaine idée peut être acquise concernant les effets du nivellement sur la production Chaque site échantillon était de six mètres de long et de trois rangée de largeur en conséquence la zone échantillonnée était de 1,80 m x 6 m ou 10,8²

Les rendements pour les deux parcelles apparaissent sur le Tableau II.4 Les principaux rendements pour les parcelles 1 et 2 étaient de 2 350 et 2 820 kg/Ha respectivement, ce qui est proche du rendement moyen dans le Tadla, soit 3 000 kg/ha Il existe une variation considérable d'un site échantillon à un autre, se situant entre un minimum de 560kg/Ha et un maximum de 5440 kg/Ha, c à d presque une différence de dix fois Le rendement du bassin 1 dans les deux parcelles était d'environ la moitié de la moyenne pour les parcelles Si les rendements de ces bassins sont écartés de l'analyse, le rendement principal serait de 2 510 et 3160 kg/Ha respectivement pour les parcelles 1 et 2 En outre, lors de la comparaison des rendements principaux par secteur dans les champs, on se rend compte qu'il n'existe pas de tendance dans le rendement d'une extrémité du bassin à l'autre On peut probablement s'attendre à une tendance, en raison du nivellement qui a pris place Néanmoins, l'évaluation future des bassins à fond plat dans le périmètre devrait inclure une analyse des effets du nivellement du sol sur la production

F Contrôle de l'eau a l'intérieur des bassins

Comme il a été noté auparavant l'eau à été amenée dans les bassins à fond plat de démonstration utilisant des tubes siphons à partir des tubes semi circulaires élevés associés généralement aux canaux tertiaires Certains problèmes ont été rapportés concernant l'érosion au niveau du pertuis d'entrée aux bassins Normalement, l'eau serait livrée aux bassins à partir des canaux quaternaires en terre, les problèmes de dissipation de l'énergie ne seraient ainsi pas les mêmes que ceux rencontrés au CRAT Des idées pour la dissipation appropriée de l'énergie de l'eau amenée dans le bassin au CRAT ont été discutées mais ne constituent guère une préoccupation majeure en ce qui concerne l'utilisation répandue des bassins à fond plat à travers le périmètre

Lorsque les sillons sont utilisés à l'intérieur des bassins comme ce fut le cas au cours des démonstrations les sillons doivent être ouverts sur les petits canaux aux deux extrémités du sillon Le canal du côté du pertuis d'entrée permet à l'eau de s'écouler librement dans chaque sillon, et le petit canal à l'autre extrémité permet quant à lui à l'eau de s'écouler des sillons ou elle avance rapidement sans restriction vers le canal en travers de l'extrémité, remplir le canal et revenir dans les sillons ou l'eau s'avance lentement Les canaux secondaires aux deux extrémités des sillons ont été bien construits et travaillés, comme il a été rapporté par le personnel qui s'occupe de l'irrigation et tel qu'il apparait sur les photos prises au cours des irrigations Le canal du côté du pertuis d'entrée a été travaillé utilisant des pelles, alors que l'autre extrémité des bassins a été construite avec l'outil de mise en forme des bords

Tableau II 1 Les analyses concernant les élévations en surface du bassin prises avant la dernière irrigation La déviation Standard (S) est présentée comme étant un indicateur de précision de nivellement atteinte en (cm)

Parcel 1				Parcel 2			
Basin WxL ¹	Maximum Deviation From Mean		S _d	WxL ¹	Maximum Deviation From Mean		S _d
	Below	Above			Below	Above	
1 7x40	33	37	24	1 5x50	22	28	16
2 7x40	22	28	16	2 5x75	60	55	38
3 7x50	56	39	33	3 5x75	46	49	32
4 7x50	40	50	21	4 4x80	46	44	35
5 5x60	81	44	35	5 4x80	68	72	47
6 5x60	78	87	51	6 4x100	37	53	29
7 4x100	82	98	46	7 4x100	37	43	24
				8 4x100	40	30	22
				9 4x100	68	32	30
All Basins Combined	78	72	32	All Basins Combined	84	111	38

¹W = Basin Width (m), L = Basin Length (m)

Tableau II 2- Résumé des irrigations appliquées lors de la démonstration relative aux bassins à fond plat, à la station expérimentale CRAT, Été 1995 Les valeurs sur le tableau représentant la quantité appliquée en centimètres de profondeur dans le bassin- Pour convertir en m³/ha il faut multiplier par 100

Parcel 1

Bassin WxL ¹	Irrigation Number and Date							Total	Mean	Min	Max
	1 04/05	2 12/05	3 20/05	4 01/06	5 08/06	6 21/06	7 05/07				
1 7x40	87	60	55	107	91	83	88	571 00	81 57	5.5	107
2 7x40	87	75	129	119	85	86	98	679 00	97 00	7.5	129
3 7x50	116	73	112	88	77	88	74	628 00	89 71	7.3	116
4 7x50	107	76	106	100	96	88	83	656 00	93 71	7.6	107
5 5x60	51	88	102	78	36	75	70	500 00	71 43	3.6	102
6 5x60	96	81	113	67	67	70	65	494 00	70 57	6.5	113
7 4x100	82	65	90	124	70	73	81	585 00	83 57	6.5	124
8 3x100	124	81	108	118	99	92	81	703 00	100 43	8.1	124
Mean	93 75	74 88	101 87	100 13	77 63	81 88	80 00	610 14	87 16		

Parcel 2

Bassin WxL ¹	Irrigation Number and Date								Total	Mean	Min	Max
	1 03/5	2 12/5	3 20/5	4 25/5	5 01/6	6 10/6	7 21/6	8 05/7				
1 5x50	105	52	82	82	78	103	91	13.3	726 00	90 75	5.2	13.3
2 5x75	89	48	91	70	93	69	70	67	597 00	74 63	4.8	93
3 5x75	89	48	59	92	74	69	50	76	557 00	69 63	4.8	92
4 4x80	57	46	48	89	67	59	55	89	510 00	63 75	4.6	89
5 4x80	47	46	58	72	62	70	54	42	451 00	56 38	4.2	72
6 4x100	80	61	55	88	58	76	46	83	547 00	68 38	4.6	88
7 4x100	50	64	59	75	67	67	53	92	527 00	65 88	5.0	92
8 4x100	63	58	68	64	67	62	50	63	495 00	61 88	5.0	68
9 4x100	58	58	59	73	81	93	57	82	561 00	70 13	5.7	93
Mean	70 9	53 44	64 33	78 33	71 89	74 22	58 44	80 78	552 32	69 04		

¹W = Basin Width (m), L = Basin Length (m)

Tableau II 3- Résumé des études sur l'infiltromètre à anneau, menées durant l'Eté 1995 sur les démonstrations des bassins à fond plat.

Date	a	k mm/mm ²
Initial Design Conditions, April 1995 Report		
28/3/95	0.73	7.64
Parcel 1		
02/05/95	0.74	3.88
04/05/95	0.71	4.30
20/05/95	0.73	4.71
04/07/95	0.66	2.32
Parcel 2		
02/05/95	0.79	3.32
20/05/95	0.67	2.99
10/06/95	0.87	0.90
05/07/95	0.68	2.40
Representative Values from Ring Infiltrometers		
"High" Early Season and/or, Generally, Parcel 1	0.73	4.25
"Low" Late Season and/or, Generally, Parcel 2	0.68	2.50

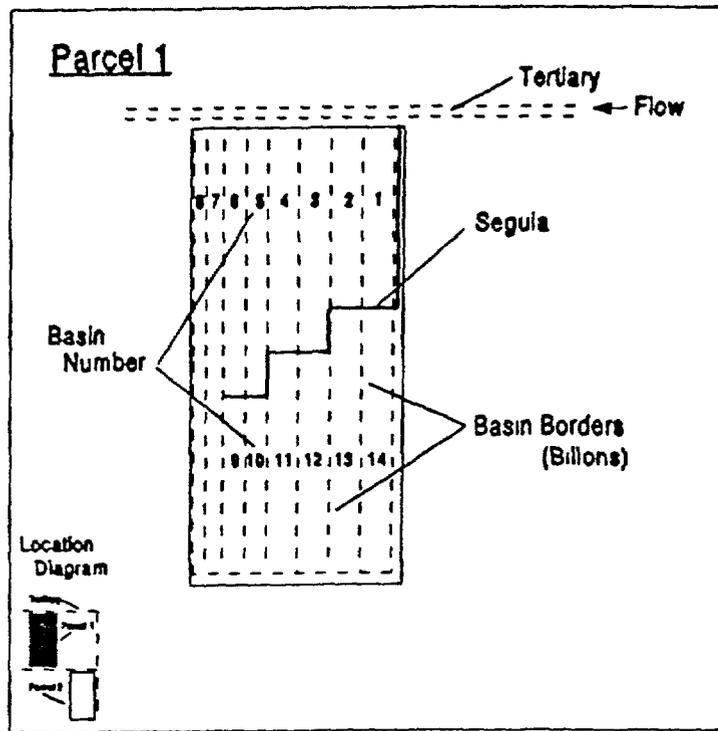
Tableau II 4- Rendements du Maïs à partir de la démonstration sur les bassins à fond plat durant 1995 à la station CRAT Les rendements sont exprimés en kg/ha

Parcel 1

Sample Site	Basin Number							Mean	S _d
	1	2	3	4	5	6	7		
Inlet Thrd	2030	3730	3120	3590	810	560	3100	2420	310
Mid Thrd	820	1590	1730	2130	2150	5320	3200	2420	1470
Far End Thrd	1530		2130	1850	4200	1800	1680	2200	1000
Mean	1460	2660	2330	2520	2390	2560	2660	2350	
S _d	610	1510	715	935	1710	2470	854		

Parcel 2

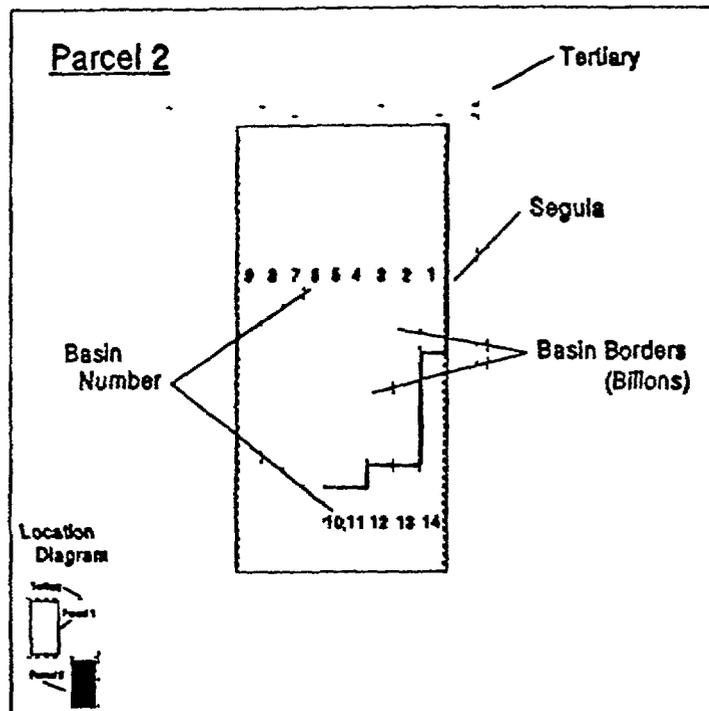
Sample Site	Basin Number						Mean	S _d
	1	2	3	4	5	8		
Inlet Thrd	1680	4200	3390	3130	4250	3180	3320	960
Mid Thrd	880	2480	2220	4480	3100	1880	2510	1220
Far End Thrd	1130	1110	5440	1570		3820	2610	1930
Mean	1230	2600	3680	3060	3730	2960	2820	
S _d	410	1540	1630	1460	880	990		



Basin	W x L
1	7 x 40
2	7 x 40
3	7 x 50
4	7 x 50
5	5 x 60
6	5 x 60
7	4 x 100
8	3 x 100

W = Basin Width (m)
L = Basin Length (m)

FIG II 1- Disposition schématique sur les démonstrations des bassins à fond plat au niveau de la parcelle 1 au CRAT



Basin	W x L
1	5 x 50
2	5 x 75
3	5 x 75
4	4 x 80
5	4 x 80
6	4 x 100
7	4 x 100
8	4 x 100
9	4 x 100

W = Basin Width (m)
L = Basin Length (m)

FIG II 2- Disposition schématique sur les démonstrations des bassins à fond plat au niveau de la parcelle 2 au CRAT

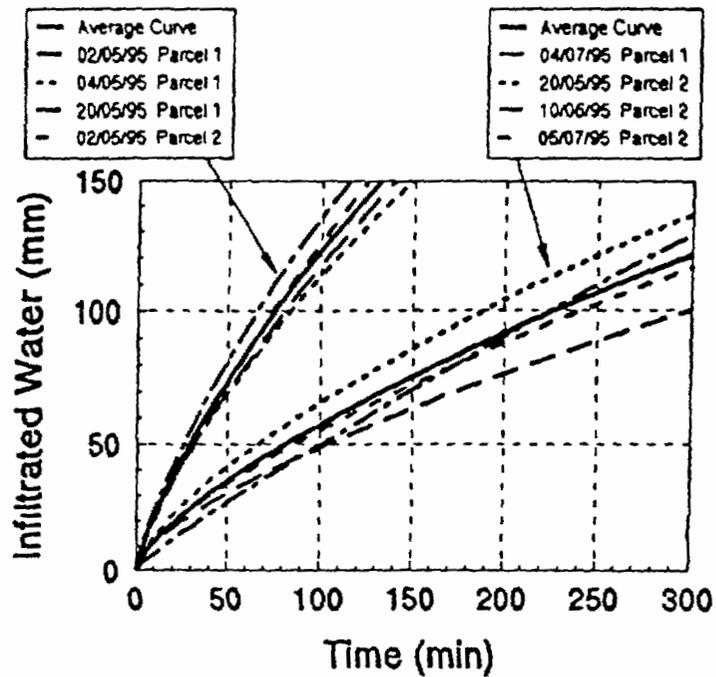


FIG II 3- Courbes d'infiltration résultant des études sur l' infiltromètre à anneau Les valeurs "a" et "k" utilisées pour les différentes études sur les anneaux étaient celles représentées dans le tableau II 3 Les caractéristiques approximatives de la courbe d'infiltration pour les conditions d'infiltration les plus élevées étaient $a=0,73$ et $k=4,25$ $\text{mm}/\text{min}^{0,68}$ Pour les conditions d'infiltration, les plus basses, $a=0,68$ et $k=2,50$ $\text{mm}/\text{min}^{0,68}$.

SECTION III

LA CONCEPTION DES BASSINS A FOND PLAT ET LES INSTRUCTIONS DE FONCTIONNEMENT POUR L'APPLICATION FUTURE DANS LA REGION DU TADLA

A L'évaluation opérationnelle des bassins à fond plat

Le logiciel de conception des bassins à fond plat, BASIN (Clemmens et Al , 1995), a été utilisé pour voir si la performance sur le terrain pourrait correspondre à la conception théorique. Une telle correspondance est recherchée en ajustant les paramètres d'entrée utilisés pour décrire la résistance au débit (Manning n) et l'infiltration. Si une telle correspondance du terrain et des données de conception existe, elle donne lieu à une certaine garantie que la combinaison des paramètres d'entrée utilisés représente les conditions réelles sur le champs et peut être utilisée pour diriger les conceptions futures.

Un résumé de l'analyse de "correspondance" est présenté dans le Tableau III 1. Les données pour l'analyse étaient les suivantes :

- Un débit moyen de 27 l/s a été utilisé, ce qui est très représentatif des conditions du champs
- Les caractéristiques d'infiltration ont été décrites, utilisant les résultats obtenus des infiltromètres à anneaux. Les caractéristiques d'infiltration élevées ont été utilisées pour la parcelle 1 (i.e., $a = 0,73$ et $k = 4,25 \text{ mm/min}^{0,73}$) et les faibles pour la parcelle 2 (i.e., $a = 0,68$ et $k = 2,50 \text{ mm/min}^{0,68}$)

L'analyse de correspondance a été ensuite effectuée en ajustant la valeur de " n " jusqu'à ce que la profondeur moyenne de l'eau infiltrée, Z_g (b) déterminée à partir de BASIN, était égale ou presque égale, à la quantité moyenne d'eau appliquée dans le champs $Z_g(f)$, Table III 1. Dans le tableau III 1 Z_g (f) représente la quantité moyenne d'eau appliquée pour toutes les irrigations effectuées dans un bassin d'une certaine dimension. Par exemple, pour les bassins de 7 x 50 m dans la parcelle 1, les quantités moyennes d'eau appliquée par irrigation pour toutes les irrigations dans les bassins 3 et 4 étaient de 9,0 et 9,4 cm, respectivement pour une moyenne de 9,2 cm, ce qui représente la valeur Z_g (f) figurant sur le Tableau III 1. Les points importants gagnés de cette analyse comprennent :

- Une bonne "correspondance" entre les résultats de BASIN et les conditions de terrain peut être trouvée pour toutes les dimensions de bassins
- Les valeurs Manning n utilisées pour obtenir le correspondant se sont situées entre 0,04 et 0,19, toutes des valeurs raisonnables. Il faudrait noter qu'au fur et mesure que le débit baisse, le " n apparent" augmente à hauteur de 0,16 et 0,19 pour les bassins plus large, ce qui correspond à une valeur q_m légèrement en dessous de 4 l/s/m ($q_m = 3,9 \text{ l/s/m}$ [27 l/s divisé par un bassin de 7 m de largeur]). Ceci pourrait suggérer qu'au fur et à mesure que nous avançons vers les bassins plus larges, nous devrions

considérer des valeurs n vers l'extrémité supérieure de la tranche générale d'opération

- Les uniformités de distributions étaient assez élevées pour toutes les combinaisons de longueur et largeur des bassins dépassant 84% dans tous les cas et 90% pour la parcelle n° 2. Comme on peut s'y attendre, les valeurs de UD sont associées aux bassins plus larges où les débits unitaires étaient les plus bas

Le processus de comparaison peut être aussi fait en déterminant les caractéristiques d'infiltration qui seraient requis afin de fournir une comparaison pour une résistance de débits donnée (Manning n). Quand le même processus a été fait pour le système Manning (n) avec n étant égale à 0,10 et 0,15, les valeurs résultant de k ont généralement baissées à $2\text{mm}/\text{min}^a$, à l'exception pour les bassins les plus larges, où les valeurs de k étaient de $7\text{mm}/\text{min}^a$

B Les recommandations pour la conception de bassin pour les démonstrations futures au niveau des exploitations agricoles

En utilisant les connaissances acquises de cette analyse de "correspondance", les résultats des irrigations obtenus à partir des bassins à fond plat de démonstration du CRAT et les résultats de l'infiltromètre à anneau acquis au cours de la démonstration, les conditions de conception des bassins suivantes sont présentées et discutées pour trois longueurs de bassin présumées en utilisant les critères et / ou les conditions de conception suivants

Longueur du bassin (L)	80 100 et 120
Débit au bassin (Q_m)	25 l/s
Infiltration	
Elevée	a= 0,73 k=4,25mm/min ^{0,73}
Faible	a= 0,68 k=2,50mm/min ^{0,68}

Note Les paramètres d'infiltration reflètent de manière significative des caractéristiques d'infiltration plus faibles que celles utilisées lorsque les bassins à fond plat démonstration étaient conçus au CRAT, tel qu'il a été indiqué dans le Rapport du Projet MRT n° 22 (a= 0,73 et k=7,64mm/min^{0,73})

Manning n	0,15
Ratio d'avancée (R)	1 000

Note Une valeur R de 1,000 devrait être utilisée si la profondeur nette appliquée est raisonnable pour l'uniformité de la conception ciblée. Autrement, R devrait être diminué pour fournir des applications plus réduites par irrigation.

Uniformité de la distribution 70 % (UD = 70% correspond à $UD_q = 80\%$)

BASIN a été utilisé pour fournir des directives pour le dimensionnement des bassins pour les conditions identifiées plus haut, Tableau III 2 et III 3 Les conditions d'infiltration élevées et faibles sont respectivement présentées dans les Tableaux III 2 et III 3 Divers paramètres de performance (UD Zn Zg Zlq UDlq, Tn Tco, Ta Ymax et R) sont montrés lorsque les largeurs des bassins sont modifiées Le concepteur devrait concentrer ses efforts spécialement sur Zn et Zg respectivement, la quantité exacte d'eau appliquée pour chaque irrigation Le Zn approprié à utiliser dépend de la capacité de teneur en eau du sol, de la culture et sa zone d'enracinement correspondant Dans la plupart des cas, il faut cibler le Zn pour 75mm Si $DU=70\%$, alors $Zg = 107\text{mm}$ Si DU est plus élevé, alors Zg serait proportionnellement plus bas

La discussion suivante est présentée pour donner à ceux qui seraient impliqués dans la conception de bassins à fond plat dans la région du Tadla des connaissances qui leur serviront lors de la prise de décisions en matière de conception En raison de l'incertitude des données de l'infiltromètre à anneau, la discussion suivante n'est pas aussi exacte qu'elle ne laisse apparaître Cette incertitude devrait être gardé à l'esprit lors de la considération des recommandations de conception résultant.

B 1 Les bassins associés à des conditions d'infiltration élevée

Pour les conditions d'infiltration élevée présentées dans le Tableau III 2, la largeur du bassin a été variée de 4 à 12 m

- **Longueur du bassin = 120** Lorsque un R de 1,000 est utilisé, l'UD cible de 70% est atteint pour un bassin de d'une largeur de 6 m (Note 1)- l'option d'évaluation opérationnelle de la conception a été utilisée dans BASIN Néanmoins, pour cette condition, Zn est de 104 mm, plus haut qu'il ne faudrait pour la majorité des cultures Un Zn de 75 mm a été ensuite essayé pour voir quelle est la dimension du bassin qui répondrait au mieux aux exigences de l'UD Les critères de l'UD ont été satisfait pour un bassin d'une largeur de 4 m, avec un R correspondant d'environ 0,8 ($R=0,807$) (Note 2) En augmentant le Zn permis à 90 mm, la largeur du bassin pourrait être augmentée à 6 m (Note 3)- L'option de conception SCS a été utilisé dans BASIN

Une approche plus directe serait d'utiliser l'option d'évaluation opérationnelle de la conception dans BASIN, mais en réduisant R pour obtenir un Zn raisonnable qui satisfait aux critères d'UD Pour un bassin de 6 m de largeur, R a été fixé à 0 950 et 0 900 respectivement (Notes 4 et 5 dans le Tableau III 2) avec des valeurs de Zn de 91 et 77 mm et correspondant à des UD de 69,6 et 63,8 % En conséquence, afin d'atteindre la cible d'UD, quelques 130 mm (131 mm dans la note 4) devraient être appliqués, résultant en un Zn d'environ 90 mm

Considérations conceptuelles supplémentaires relatives aux bassins de 120m Afin de s'assurer que la plus petite application de $Zn = 75$ puisse se réaliser, un bassin d'une largeur de 4 m devrait être utilisé Si, néanmoins la culture peut consommer jusqu'à 90 mm à chaque irrigation, des bassins de 6 m de largeur

devraient faire l'affaire. En outre, si les sillons sont utilisés et au fur et à mesure que la rugosité (Manning n) et l'infiltration baisse tout au long de la saison d'irrigation, il serait possible de faire des applications plus petites à chaque irrigation au bassin de 6 m de largeur. Si n baisse jusqu'à 0,10 et l'infiltration diminue d'environ 10% (i.e., laissons $a = 0,73$ et réduisons de 10% $k = 3,85$ mm/min^{0,73}, Zn et UD seraient de

R = 1,000 Zn = 86 mm, DU = 75%

R = 0,950, Zn = 76 mm, DU = 71%

R = 0,900 Zn = 65 mm, DU = 67%

En conséquence, pour la majorité des conditions réelles sur le terrain avec une résistance réduite au débit et à l'infiltration qui peut survenir, les bassins de 6 m de largeur devraient fonctionner de manière adéquate.

- **Longueur du bassin = 100 m** pour R = 1,000 l'UD cible est presque atteinte pour un bassin de 8 m de largeur (Note 6)- L'option d'évaluation opérationnelle de la conception a été utilisée. Zn est de 88 mm. En utilisant l'option de conception SCS et ciblant un Zn = 75 mm, un bassin de 6 m de largeur devrait répondre aux critères lorsque R = 0,895 (Note 7). En utilisant l'option d'évaluation opérationnelle de la conception et ajustant R pour les bassins de 6 m et de 8 m de largeur, l'UD ne peut pas être satisfait pour le bassin de 8 m de largeur (Note 8-UD = 63,4%), mais peut être satisfait pour les bassins de 6 m de largeur comme indiqué plus haut lorsque R = 0,900 (Note 9-Zn = 77 mm).

Considérations conceptuelles supplémentaires relatives aux bassins de 100 m de largeur. Il apparaît clairement que les bassins de 6 m de largeur fonctionneront dans les conditions de conception. Pour le bassin de 8 m de largeur, indiqué plus haut et en appliquant la résistance réduite au débit et à l'infiltration indiquée pour les bassins de 120 m et utilisant un R = 1,000, les paramètres de performance résultant sont--Zn = 73 mm et UD = 70%. En conséquence, un bassin de 8 m de largeur fonctionnerait de manière satisfaisante pour ces conditions changeantes anticipées.

- **Longueur du bassin = 80 m** pour R = 1,000 l'UD cible est atteinte pour un bassin de 8 m à 10 m de largeur (Note 10 et 11)- L'option d'évaluation opérationnelle de la conception a été utilisée. En utilisant l'option de conception SCS et ciblant un Zn = 75 mm, un bassin de 8 m de largeur dépasse de très peu les critères (Note 13, UD = 71,5%) lorsque R = 0,961, alors qu'un bassin de 10 m de largeur est en dessous des critères de conception d'UD (Note 12, UD = 66,5%). En utilisant l'option d'évaluation opérationnelle de la conception et fixant R = 0,950 pour les bassins de 8 m de largeur, on obtient un Zn de 73 mm et un UD de 70,6% (Note 14).

Considérations conceptuelles supplémentaires relatives aux bassins de 80 m de largeur. Pour la résistance réduite aux conditions de débit et d'infiltration et en utilisant R = 1,000, le bassin de 10 m de largeur aura la performance suivante

Zn = 62 mm et UD = 69% lesquels représentent des valeurs satisfaisantes. En laissant l'eau dans le bassin pour 10 autres minutes, une fois qu'elle aura atteint l'extrémité du bassin ($T_{co} = 49 + 10$), il en résultera une application nette (Zn) de 75 mm et une application moyenne (Zg) d'environ 104 mm avec une UD = $75\text{mm}/104\text{mm} = 72\%$

B 2 Les bassins associés à des conditions d'infiltration "faible"

Pour ce qui des conditions d'infiltration faible présentées dans le Tableau III 3, la largeur du bassin a été variée de 6 m à 25 ou 30 m. Les points les plus surprenant révélés par l'analyse est l'impact que peut avoir la faible infiltration sur l'augmentation de la largeur du bassin. Pour $R = 1,000$, l'UD cible de 70% peut être atteinte avec des bassins de largeurs d'environ 18, 20, et 24 m pour des longueurs de 120, 100 et 80 m respectivement (Notes 1 à 5 Tableau III 3). Les valeurs Zn sont d'environ 70, 62 et 55 mm correspondant aux valeurs Zg de 100, 89, et 78 mm. Des uniformités plus élevées pourraient être atteintes en laissant l'eau dans le bassin un peu plus longtemps, comme illustré pour les bassins de 80 m avec un taux élevé d'infiltration. Si la résistance au débit et à l'infiltration baisse en comparaison avec ces conditions conceptuelles, l'UD qui en résulte serait plus élevé.

B 3 Recommandations sur les dimensions des bassins pour l'hiver 1995-1996

En raison de l'incertitude des résultats de l'infiltromètre à anneau, je suggère que plusieurs largeurs de bassins soient essayées sur chaque site durant la saison de culture suivante, utilisant la discussion ci-dessus en tant que guide. Sur la base des caractéristiques d'infiltration "élevée", les largeurs des bassins comprendraient

Longueur	Largeur
80	8, 10, 12
100	6, 8, 10
120	4, 6, 8

Ces largeurs de bassins, recommandées, ont tendance à être plus large, 2m environ, ce qui est suggéré dans les discussions (B1 et B2). En utilisant ces dimensions, les bassins qui doivent être évalués durant la saison d'hiver devraient définir les dimensions des bassins.

Afin d'éviter une application excessive de la quantité d'eau pour les plus grands bassins dans chaque irrigation, le ratio d'avancement (R) devrait être ajusté à moins de 1,000 (i.e., $R=0,950$ ou $0,900$ comme il est relaté lors des discussions dans la section B1).

Si les caractéristiques d'infiltration sont suspectées d'être plus faibles que celles utilisées pour la recommandation ci-dessus les largeurs des bassins peuvent alors être augmentées de 2 ou 4 m suivant la longueur. Pour les conditions particulières sur le terrain où les bassins devront être utilisés Le personnel du Projet MRT et de l'ORMVAT devraient utiliser BASIN pour les guider dans la conception

C Instructions pour amener l'eau dans les bassins à fond plat

Dans la plus part des conditions de fonctionnement au sein du périmètre, l'eau sera délivrée aux fermes par le biais de canaux quaternaires en terre. Généralement, le fermier prend l'eau à partir du canal quaternaire et la dirige dans son canal ou séguia temporaire utilisé pour amener l'eau dans les bassins individuels. L'eau est amenée au bassin en pratiquant une ouverture sur le côté de la séguia. Il est recommandé que cette même procédure soit utilisée pour amener l'eau dans le système des bassins à fond plat. Cependant dans ce cas la seule séguia dans le champs serait construite à travers l'extrémité pertuis des bassins. Le nombre des bassins alimentés par une seule ouverture dans le quaternaire dépendrait des préférences de chaque agriculteur. Les séguias seraient construites avec le même équipement utilisé actuellement au sein du système traditionnel dit Robta. Plusieurs ouvertures de la séguia vers les bassins pourraient s'avérer nécessaires afin de minimiser l'érosion. **La distribution entière de l'eau au niveau des exploitations agricoles (Q_m) devrait être détournée successivement en direction de chaque bassin, mais ne doit jamais être détournée vers plus d'un bassin à la fois**

D Mise en forme et aplanissement du terrain contrôlé par laser

Comme il a été observé dans le Rapport MRT n° 22, la mise en forme et l'aplanissement du terrain contrôlé par laser sont devenus une partie intégrante de la gestion de l'irrigation en surface. L'utilisation d'un contrôle laser est particulièrement vitale pour l'utilisation des bassins à fond plat. Comme il a été vu pour le nivellement du terrain par l'utilisation de raboteurs, la surface du champs peut être lissée de manière plus précise avec un équipement guidé par laser (I.e, les écarts types enregistrés sur les parcelles de démonstration au CRAT s'étaient situés entre 3 et 4,5 cm, alors que ceux qui résultent quand un équipement laser est utilisé sont de 1,5 ou même moins). L'équipement contrôlé par laser et un raclor ont été commandés par le Projet MRT. J'encourage le personnel du Projet MRT et de l'ORMVAT à ne s'engager davantage dans l'irrigation par bassins à fond plat, seulement si un équipement contrôlé par laser est utilisé. Si les équipements commandés ne sont pas disponibles de si tôt, un contractant privé devrait être engagé.

E Gestion des travaux du sol

Comme discuté dans le Rapport MRT n° 22, une attention particulière devrait être donnée aux procédés de labour qui sont utilisés sur les parcelles finies avec précision et l'effet que chacun peut avoir. Le travail qui se fait au Portugal pour améliorer les outils agricoles à bras utilisés en conjonction avec la technologie de finissage du sol contrôlé par laser a été observé de première main par la délégation en visite. Certaines des idées observées au Portugal, peuvent avoir une application dans la région du Tadla.

F La caractérisation et la gestion du sol

F1 Infiltration

Comme il a été noté auparavant les caractéristiques d'infiltration du sol sont d'une importance clé à la pertinence de l'utilisation des bassins à fond plat, et en fait pour toutes utilisations de systèmes d'irrigation en surface dans le Projet du Tadla. Des informations supplémentaires sur l'infiltration devraient être rassemblées. La perméabilité du sol a été évaluée à travers le périmètre mais peu de données sont disponibles, qui soient associées aux besoins en infiltration pour la conception et la gestion des systèmes d'irrigation en surface.

Durant les évaluations des bassins à fond plat pendant l'hiver 95 et 96, quelques tests d'infiltration à anneau seront réalisés dans les zones où les bassins à fond plat sont en expérimentation. Le plan consiste à tester les infiltrations à anneau simple rapprochées les uns des autres, dans chaque site au moins deux fois durant la saison (e.g. avant la deuxième et dernière irrigation).

Comme indiqué dans la section II D, des techniques de caractérisation de l'infiltration, autres que les infiltrations à anneau, devraient être employées dans le Tadla. Mr Essafi Boubker, du Département de l'Hydraulique à l'IAV Hassan II, a indiqué lors des discussions du 28 Septembre 1995 qu'un étudiant titulaire du Master a fait quelques études sur l'infiltration du Tadla, en utilisant différentes approches. Mr Boubker fournira au personnel de MRT une copie de la thèse. Le Projet MRT devrait étudier la possibilité d'établir un contrat avec Mr Boubker à travers l'université afin de caractériser l'infiltration relative aux principaux types de sols dans le Tadla. Un tel arrangement devrait fournir l'expertise et les ressources humaines désirées en vue de réaliser le travail.

Dans le cadre du Programme d'Évaluation de la Qualité de l'Eau qui est actuellement en cours dans le périmètre, les effets de la salinité sur l'infiltration devraient être évalués. Il se peut qu'avec une coordination minutieuse avec ce programme, davantage de connaissances sur la question de l'infiltration pourraient être obtenues. J'encourage le personnel du Projet MRT et de l'ORMVAT à explorer les possibilités qui peuvent exister.

F2 Gestion des bassins à fond plat

Le calibrage du sol associée avec le nivellement pour les bassins peut résulter en la mise à nu de types de sols improductifs. En conséquence, Je recommande à ce que les caractéristiques du profil du sol à travers le périmètre irrigué soient évaluées pour déterminer où les bassins peuvent être au mieux utilisés. En outre, une attention devrait être donnée à la mise en valeur des zones coupées après que la première mise en forme soit achevée. L'impact que comporte le nivellement sur la production a besoin d'être documenté dans le cadre de l'analyse budgétaire partielle.

G La programmation de la livraison d'eau

La programmation des irrigations constitue un facteur clé en vue d'atteindre des irrigations hautement efficaces au niveau des exploitations lorsque le système d'irrigation en utilisation pourra distribuer l'eau de manière uniforme. A plusieurs reprises au cours des démonstrations de bassins à fond plat au CRAT, l'eau était prise bien avant qu'elle ne soit requise. Ceci fait partie de la question de l'inflexibilité en ce qui concerne la manière dont l'eau est commandée et délivrée dans le périmètre. Si l'eau avait pu être commandée avec mois d'avance, et aurait pu être reçue à tout moment désiré, nous pensons qu'au moins une petite irrigation aurait pu être appliquée. Ceci aurait réduit la quantité d'eau appliquée pour la saison de 870 m³/Ha pour la parcelle 1 et de 690 m³/Ha pour la parcelle 2. Il y a une diminution de l'eau appliquée d'environ 8 ou 9%. En outre, lors de l'irrigation d'un ensemble de bassins dans une parcelle de terrain, le fermier a besoin de disposer de la flexibilité de fermer l'eau quand l'irrigation du dernier bassin est finie. Pour tout système d'irrigation utilisé, ce besoin de flexibilité existera si on veut que le potentiel du système soit atteint. Fort heureusement, des efforts sont entrepris actuellement pour améliorer les procédures opérationnelles de livraison de l'eau contribuera à alléger certains de ces problèmes (Rapport MRT No 9 Oellermann, 1994). Il est recommandé que l'impact de cette inflexibilité sur la politique de livraison de l'eau soit documenté au fur et à mesure que les démonstrations des bassins à fond plat sont mises en oeuvre à l'intérieur du périmètre.

Tableau III 1- L'évaluation opérationnelle des bassins à fond plat en comparant les résultats de conception du programme BASIN aux résultats obtenus sur le terrain La profondeur moyenne $Z_g(f)$, appliquée aux bassins de différentes longueurs a été comparée à la profondeur moyenne $Z_g(b)$, appliquée, et ce comme il est indiqué à partir de BASIN en ajustant le "n" de Manning, utilisant l'infiltration caractérisée par les données de l'infiltromètre à anneau La parcelle 1 a été caractérisée par l'infiltration la plus élevée et la parcelle 2 par l'infiltration la plus basse

Parcelle 1--Taux d'infiltration élevée ($a = 0.73, k = 4.25 \text{ mm/min}^{0.73}$)

L (m)	W (m)	q_a (l/s/m)	$Z_g(f)$ (mm)	$Z_g(b)$ (mm)	Z_n (mm)	Z_{lq} (mm)	DU (%)	DU _{lq} (%)	T_n (min)	T_{co} (min)	T_a (min)	Y_{max} (m)	Manning n
40	7	3.86	9.0	9.1	8.2	8.4	89	92	57	16	16	10.1	0.19
50	7	3.86	9.2	9.3	8.0	8.4	86	90	56	20	20	9.8	0.16
60	5	5.40	7.6	7.6	6.7	6.9	87	91	43	14	14	8.2	0.07
100	4	6.75	8.4	8.6	7.2	7.6	84	89	48	21	21	8.6	0.05
100	3	9.00	10.0	9.9	8.8	9.1	89	92	63	18	18	10.8	0.06

Parcelle 2--Taux d'infiltration faible ($a = 0.68, k = 2.50 \text{ mm/min}^{0.68}$)

L (m)	W (m)	q_a (l/s/m)	$Z_g(f)$ (mm)	$Z_g(b)$ (mm)	Z_n (mm)	Z_{lq} (mm)	DU (%)	DU _{lq} (%)	T_n (min)	T_{co} (min)	T_a (min)	Y_{max} (m)	Manning n
50	5	5.40	9.1	9.1	8.8	8.8	96	97	187	14	14	11.4	0.15
75	5	5.40	7.3	7.3	6.9	7.0	95	96	132	17	17	8.7	0.07
80	4	6.75	6.0	6.3	6.0	6.0	95	96	107	12	12	7.6	0.04
100	4	6.75	6.6	6.7	6.4	6.4	94	96	117	17	17	8.0	0.04

Tableau III 2- Les analyses de conception des bassins à fond plat relatives aux bassins de différentes largeurs et aux bassins de différentes longueurs (80 100 et 120m) par les caractéristiques d'infiltration élevée, soit $a=0.73$ et $k=4.25 \text{ mm/min}^{0.73}$ et $n=0.15$

a	DU	L (m)	W (m)	Zn (mm)	Zg (mm)	Zlq (mm)	Dulq	Tn (min)	Tco (min)	Ta (min)	Ymax (m)	R	Note
0.73	40.7	120.0	12.0	80	197.6	130.1	65.9	56	190	190	0.083	1.000	
0.73	51.8	120.0	10.0	86	166.8	117.4	70.4	62	133	133	0.091	0.991	
0.73	62.9	120.0	8.0	93	147.8	112.4	76.1	69	95	95	0.102	0.987	
<u>0.73</u>	<u>73.4</u>	<u>120.0</u>	<u>6.0</u>	<u>104</u>	<u>141.2</u>	<u>116.0</u>	<u>82.2</u>	<u>80</u>	<u>68</u>	<u>68</u>	<u>0.118</u>	<u>0.982</u>	1
0.73	83.3	120.0	4.0	121	145.4	128.6	88.4	99	47	47	0.144	0.983	
0.73	38.5	120.0	12.0	75	194.6	126.3	64.9	51	187	190	0.083	0.989	
0.73	46.9	120.0	10.0	75	159.9	108.4	67.8	51	128	133	0.090	0.978	
0.73	54.7	120.0	8.0	75	137.0	97.4	71.1	51	88	97	0.101	0.948	
0.73	63.0	120.0	6.0	75	119.1	90.1	75.7	51	57	69	0.115	0.897	
<u>0.73</u>	<u>70.7</u>	<u>120.0</u>	<u>4.0</u>	<u>75</u>	<u>106.1</u>	<u>85.6</u>	<u>80.7</u>	<u>51</u>	<u>34</u>	<u>48</u>	<u>0.138</u>	<u>0.807</u>	2
0.73	44.5	120.0	12.0	90	202.1	137.2	67.9	66	194	188	0.083	1.000	
0.73	53.3	120.0	10.0	90	169.0	120.5	71.3	66	135	133	0.091	0.999	
0.73	61.9	120.0	8.0	90	145.4	109.7	75.4	66	93	95	0.102	0.985	
<u>0.73</u>	<u>69.2</u>	<u>120.0</u>	<u>6.0</u>	<u>90</u>	<u>130.1</u>	<u>103.4</u>	<u>79.5</u>	<u>66</u>	<u>62</u>	<u>68</u>	<u>0.116</u>	<u>0.946</u>	3
0.73	76.8	120.0	4.0	90	117.1	98.6	84.2	66	37	46	0.140	0.867	
<u>0.73</u>	<u>69.6</u>	<u>120.0</u>	<u>6.0</u>	<u>91</u>	<u>131.0</u>	<u>104.6</u>	<u>79.8</u>	<u>67</u>	<u>63</u>	<u>68</u>	<u>0.116</u>	<u>0.950</u>	4
<u>0.73</u>	<u>63.8</u>	<u>120.0</u>	<u>6.0</u>	<u>77</u>	<u>120.2</u>	<u>91.6</u>	<u>76.2</u>	<u>53</u>	<u>58</u>	<u>69</u>	<u>0.115</u>	<u>0.900</u>	5
0.73	49.6	100.0	12.0	77	154.5	107.2	69.4	53	124	124	0.080	0.988	
0.73	59.4	100.0	10.0	82	137.3	101.8	74.1	58	92	92	0.088	0.985	
<u>0.73</u>	<u>68.5</u>	<u>100.0</u>	<u>8.0</u>	<u>88</u>	<u>128.2</u>	<u>101.6</u>	<u>79.3</u>	<u>64</u>	<u>68</u>	<u>68</u>	<u>0.098</u>	<u>0.982</u>	6
0.73	77.4	100.0	6.0	98	127.0	107.5	84.7	74	51	51	0.113	0.979	
0.73	85.8	100.0	4.0	115	133.9	120.7	90.1	92	36	36	0.139	0.991	
0.73	48.9	100.0	12.0	75	153.4	105.9	69.0	51	123	123	0.080	0.990	
0.73	56.5	100.0	10.0	75	132.8	96.1	72.3	51	89	92	0.087	0.979	
0.73	63.0	100.0	8.0	75	119.0	90.3	75.9	51	63	69	0.097	0.948	
<u>0.73</u>	<u>70.0</u>	<u>100.0</u>	<u>6.0</u>	<u>75</u>	<u>107.1</u>	<u>85.6</u>	<u>79.9</u>	<u>51</u>	<u>43</u>	<u>51</u>	<u>0.111</u>	<u>0.895</u>	7
0.73	76.4	100.0	4.0	75	98.2	82.7	84.3	51	26	37	0.133	0.805	
<u>0.73</u>	<u>63.4</u>	<u>100.0</u>	<u>8.0</u>	<u>76</u>	<u>119.5</u>	<u>91.0</u>	<u>76.1</u>	<u>52</u>	<u>64</u>	<u>69</u>	<u>0.097</u>	<u>0.950</u>	8
<u>0.73</u>	<u>70.9</u>	<u>100.0</u>	<u>6.0</u>	<u>77</u>	<u>109.1</u>	<u>87.9</u>	<u>80.5</u>	<u>54</u>	<u>44</u>	<u>51</u>	<u>0.111</u>	<u>0.900</u>	9
0.73	59.0	80.0	12.0	71	120.7	89.3	73.9	48	77	77	0.076	1.000	
<u>0.73</u>	<u>66.7</u>	<u>80.0</u>	<u>10.0</u>	<u>76</u>	<u>113.3</u>	<u>88.6</u>	<u>78.2</u>	<u>52</u>	<u>60</u>	<u>60</u>	<u>0.084</u>	<u>1.000</u>	10
<u>0.73</u>	<u>74.4</u>	<u>80.0</u>	<u>8.0</u>	<u>83</u>	<u>111.0</u>	<u>91.8</u>	<u>82.7</u>	<u>58</u>	<u>47</u>	<u>47</u>	<u>0.094</u>	<u>0.985</u>	11
0.73	81.5	80.0	6.0	92	113.0	98.6	87.3	68	36	36	0.108	0.980	
0.73	88.4	80.0	4.0	108	122.1	112.1	91.8	84	26	26	0.133	0.994	
0.73	60.6	80.0	12.0	75	123.8	92.8	74.9	51	79	77	0.077	1.000	
<u>0.73</u>	<u>66.5</u>	<u>80.0</u>	<u>10.0</u>	<u>75</u>	<u>112.9</u>	<u>88.1</u>	<u>78.0</u>	<u>51</u>	<u>60</u>	<u>60</u>	<u>0.084</u>	<u>0.989</u>	12
<u>0.73</u>	<u>71.5</u>	<u>80.0</u>	<u>8.0</u>	<u>75</u>	<u>104.8</u>	<u>84.9</u>	<u>81.0</u>	<u>51</u>	<u>45</u>	<u>48</u>	<u>0.093</u>	<u>0.961</u>	13
0.73	76.8	80.0	6.0	75	97.6	82.2	84.2	51	31	36	0.106	0.907	
0.73	81.8	80.0	4.0	75	91.7	80.3	87.6	51	20	26	0.127	0.815	
<u>0.73</u>	<u>70.6</u>	<u>80.0</u>	<u>8.0</u>	<u>73</u>	<u>103.0</u>	<u>82.8</u>	<u>80.4</u>	<u>49</u>	<u>44</u>	<u>48</u>	<u>0.093</u>	<u>0.950</u>	14

Tableau III 3- Les analyses de conception des bassins à fond plat relatives aux bassins de différentes largeurs et aux bassins de différentes longueurs (80 100 et 120m) par les caractéristiques d'infiltration moins élevée soit $a=0.68$ et $k=2.50 \text{ mm/min}^{0.68}$ et $n=0.15$

a	DU	L (m)	W (m)	Zn (mm)	Zg (mm)	Zlq (mm)	DUlq	Tn (min)	Tco (min)	Ta (min)	Ymax (m)	R	Note
0.68	56.5	120.0	25.0	62	109.4	79.9	73.0	112	219	219	0.060	1.000	
<u>0.68</u>	<u>66.2</u>	<u>120.0</u>	<u>20.0</u>	<u>66</u>	<u>99.9</u>	<u>78.0</u>	<u>78.1</u>	<u>124</u>	<u>160</u>	<u>160</u>	<u>0.067</u>	<u>0.993</u>	1
<u>0.68</u>	<u>75.6</u>	<u>120.0</u>	<u>15.0</u>	<u>72</u>	<u>95.3</u>	<u>79.7</u>	<u>83.6</u>	<u>140</u>	<u>114</u>	<u>114</u>	<u>0.078</u>	<u>0.992</u>	2
0.68	81.1	120.0	12.0	78	96.2	83.8	87.1	158	92	92	0.087	0.999	
0.68	84.8	120.0	10.0	83	98.3	88.0	89.5	174	79	79	0.095	1.000	
0.68	88.1	120.0	8.0	90	102.4	93.9	91.7	195	66	66	0.106	0.994	
0.68	91.4	120.0	6.0	100	109.8	103.1	93.9	228	53	53	0.122	0.997	
0.68	62.6	100.0	25.0	58	92.9	70.6	76.1	102	155	155	0.058	0.993	
<u>0.68</u>	<u>70.9</u>	<u>100.0</u>	<u>20.0</u>	<u>62</u>	<u>87.3</u>	<u>70.5</u>	<u>80.8</u>	<u>112</u>	<u>116</u>	<u>116</u>	<u>0.065</u>	<u>0.994</u>	3
0.68	79.0	100.0	15.0	68	86.2	73.9	85.8	129	86	86	0.075	0.995	
0.68	83.8	100.0	12.0	74	88.0	78.2	88.8	145	70	70	0.083	0.991	
0.68	86.8	100.0	10.0	79	90.7	82.4	90.8	160	60	60	0.091	0.986	
0.68	90.1	100.0	8.0	86	94.9	88.3	93.0	180	51	51	0.102	0.988	
0.68	92.5	100.0	6.0	95	102.9	97.4	94.7	211	41	41	0.117	0.998	
0.68	61.8	80.0	30.0	51	82.4	62.3	75.7	84	132	132	0.050	0.993	
<u>0.68</u>	<u>68.9</u>	<u>80.0</u>	<u>25.0</u>	<u>54</u>	<u>77.9</u>	<u>62.0</u>	<u>79.6</u>	<u>91</u>	<u>104</u>	<u>104</u>	<u>0.055</u>	<u>1.000</u>	4
<u>0.68</u>	<u>75.9</u>	<u>80.0</u>	<u>20.0</u>	<u>57</u>	<u>75.7</u>	<u>63.4</u>	<u>83.8</u>	<u>100</u>	<u>81</u>	<u>81</u>	<u>0.062</u>	<u>0.983</u>	5
0.68	81.9	80.0	15.0	62	75.3	66.0	87.6	112	60	62	0.071	0.983	
0.68	86.5	80.0	12.0	69	79.6	72.1	90.6	131	51	51	0.080	0.998	
0.68	89.2	80.0	10.0	74	82.5	76.3	92.4	145	44	44	0.087	1.000	
0.68	91.5	80.0	8.0	80	87.4	82.2	94.0	163	37	37	0.097	0.996	
0.68	94.0	80.0	6.0	89	95.1	91.0	95.7	193	30	30	0.111	0.998	

SECTION IV

**RESUME DES RESULTATS DES DEMONSTRATIONS DES BASSINS
A FOND PLAT ET LES RECOMMANDATIONS POUR LE FUTURE**

A Plans pour la saison d'hiver 1995 et 1996

Les résultats des démonstrations des bassins à fond plat effectuées au CRAT durant l'été 1995 suggèrent que la technologie des bassins à fond plat devrait continuer à être évaluée dans la région du Tadla. Des plans ont été faits durant la mission de consultation pour étendre l'évaluation des bassins à fond plat à trois endroits pour la saison de culture d'hiver. Ces sites seront nivelés avec ou sans équipement contrôlé par laser suivant que la livraison des équipements commandés est faite ou non. Les sites comprennent le CRAT, une ferme coopérante et un autre site sur des terres gérées par l'ORMVAT. Aussitôt que l'équipement contrôlé par laser et le scraper seront livrés, l'utilisation de bassins sera rapidement étendue. En outre, la technologie du scraper contrôlé par laser sera appliquée également aux systèmes d'irrigation en surface inclinés. La formation des opérateurs de tracteurs et des équipes d'études topographiques sera effectuée aussitôt que l'équipement est reçu.

B Résultats des bassins à fond plat et recommandations associées

Mise en forme du terrain - Des études topographiques ont été effectuées sur les parcelles immédiatement après le nivellement, avant la culture et le sillonage, et avant la dernière irrigation. Les écarts types résultant (S_d) des élévations de la surface du terrain, lors de la considération de la parcelle en entier, se sont situés entre 3,2 et 3,8 cm. La qualité du nivellement du sol et le finissage effectués sans guidage laser est ce à quoi on pouvait s'attendre. Il est prévu que S_d sera de l'ordre de 1,5 ou moins lorsque l'équipement contrôlé par laser est utilisé.

L'équipement contrôlé par laser et un scraper ont été commandés par le Projet MRT. J'encourage le personnel du Projet MRT et de l'ORMVAT à s'engager davantage dans les bassins à fond plat dans les exploitations agricoles, seulement si un équipement contrôlé par laser est utilisé. Si les équipements commandés ne sont pas disponibles très prochainement, on devrait alors faire appel à un contractant privé. La formation des opérateurs des équipements constituerait une priorité une fois que l'équipement arrive à l'ORMVAT. Un engagement devrait être pris par l'ORMVAT pour fournir (1) un tracteur qui serait exclusivement réservé au programme de nivellement et de lissage du sol contrôlés par laser, (2) des opérateurs de l'équipement qui seraient formés et qui seraient affectés à travailler sur l'équipement de manière continue dans les champs, (3) des équipes d'études topographiques qui travailleraient avec les opérateurs de l'équipement et (4) une équipe de coordination pour planifier et programmer le nivellement du terrain contrôlé par laser dans les exploitations agricoles à travers le périmètre.

Recommandations concernant les dimensions des bassins pour la saison d'hiver 1995-1996- les largeurs des bassins suivantes sont suggérées

Longueur des bassins	Largeur des bassins
80	8, 10, 12
100	6, 8, 10
120	4, 6, 8

Afin d'éviter l'application excessive de quantités d'eau par irrigation aux bassins longs, le ratio d'avancé (R) aura besoin d'être ajusté à quelque chose au dessous de 1,000 (par exemple R = 0,950 ou 0 900) Si les caractéristiques d'infiltration sont suspectées d'être plus élevés ou faibles que celles utilisées pour la recommandation ci-dessus, alors les largeurs des bassins devraient être ajustées. Le personnel du Projet MRT et de l'ORMVAT devraient utiliser BASIN pour les guider dans les ajustements de conception.

Résultats de l'irrigation découlant des démonstrations de bassins à fond plat - L'eau appliquée par irrigation s'est élevée en moyenne à 8,7 cm et 6,9 cm pour les parcelles 1 et 2 respectivement. Ces quantités d'eau appliquées par irrigation sont appropriées. Les quantités d'eau appliquées étaient de 61,1 cm (6 110 m³/ha) et 55,1 cm (5,510 m³/ha) pour les parcelles 1 et 2 respectivement. En utilisant l'option de conception Evaluation Opérationnelle dans BASIN, l'uniformité de distribution qui en résulte pour les bassins généralement dépassant 85%, et dans certains cas 90%.

Le temps moyen pour irriguer un hectare s'est situé entre environ 8 à 10 hr/ha pour la parcelle 1 et de 6,5 à 8 hr/ha pour la parcelle 2, sur la base de débits se situant entre 25 et 30 l/s. Les temps typiques pour l'irrigation d'un hectare est fonction du débit et de la quantité d'eau appliquée (Hr/Ha est approximativement égal à $28 Z_g / Q_n$ ou Q_n représente le débit vers le bassin et Z_g la quantité moyenne d'eau appliquée par irrigation). Les temps typiques pour l'irrigation d'un hectare de terrain dans le périmètre sont de l'ordre de 15 à 25 heure.

Etudes d'infiltration - Les données de l'infiltromètre à anneau ont tendance à s'insérer sous deux catégories qui peuvent être décrits par les caractéristiques de la courbe d'infiltration "moyenne" comme suit.

Elevé (Début de saison et généralement, Parcelle n° 1)	a= 0,73	k=4,25mm/min ^{0.73}
Faible (Fin de saison et généralement, Parcelle n° 2)	a= 0,68	k=2,50mm/min ^{0.68}

Les données de l'infiltromètre à anneau indiquent clairement des caractéristiques d'infiltration du sol plus faibles que celles supposées lors de la conception des bassins au CRAT (a= 0,73 k = 7,64mm/min^{0.73})

Une compréhension claire des caractéristiques d'infiltration des sols du Tadla est nécessaire. Au cours des évaluations des bassins à fond plat de la saison d'hiver 1995-1996,

les tests de l'infiltromètre à anneau devraient être effectués dans les zones où les bassins à fond plat sont mis à l'essai. Comme il a été convenu par les collaborateurs, trois tests d'infiltromètre à anneau simple devraient être effectués dans des endroits l'un à l'autre dans chaque site, au moins deux fois au cours de la saison (par exemple avant la deuxième et dernière irrigations). Les analyses des données et une procédure de collecte de données différentes sont discutées dans l'Annexe D.

En outre, le projet MRT devrait explorer la possibilité de passer un contrat avec Mr Essafi Boubker, Département de l'Hydraulique, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, pour caractériser l'infiltration pour les principaux types de sol dans le Tadla.

Instructions pour la déviation de l'eau dans les bassins- L'eau sera prise du canal quaternaire en opérant une ouverture sur le côté de la digue en terre et est déviée à l'intérieur d'un canal temporaire dans le champs ou séguia utilisé pour livrer l'eau à chaque bassin. L'eau sera déviée dans chaque bassin en opérant une ouverture sur le côté des séguias. La seule séguia dans le champs serait construite au travers de l'extrémité où se situe le pertuis d'entrée. Les séguias devraient être construites avec les mêmes matériaux que ceux utilisés pour le système traditionnel de Robta. Plus qu'une ouverture de la séguia au bassin ou canal secondaire en face des sillons pourraient être nécessaire pour minimiser l'érosion.

Contrôle de l'eau à l'intérieur des bassins-- Les canaux secondaires aux deux extrémités des sillons ont été construits et bien travaillés pour les démonstrations des bassins à fond plat au CRAT. Les procédures pour la construction des canaux, mises au point par le personnel de l'ORMVAT et du MRT, devraient être adoptées pour utilisation future.

Gestion des travaux de labour-- Une attention particulière devrait continuer à être donnée aux différents types d'opérations de labour qui sont utilisées sur les parcelles fins avec précision, et les effets que chacune peut engendrer. Le travail qui a été entrepris au Portugal pour améliorer les équipements agricoles utilisés de manière concomitantes avec la technologie de finissage du terrain contrôlé par laser a été observé de première main par la délégation en visite. Certaines des idées observées là-bas peuvent être appliquées dans le Tadla et d'autres régions irriguées du Maroc. Des efforts devraient être faits pour mettre au point un programme en concertation entre le Maroc et le Portugal, dans lequel plusieurs d'entre les leçons acquises au Portugal durant les dix dernières années en matière d'amélioration des pratiques d'irrigation en surface peuvent avoir des applications directes dans les conditions marocaines.

Convenance et gestion des sols-- Les caractéristiques des profils de sols devraient être évaluées en vue de déterminer les endroits où le nivellement et le lissage du terrain pourraient avoir des effets négatifs sur la productivité du sol. L'impact du nivellement sur la production devrait également être examinée. Comme il a été convenu de concert, les variations des rendements, à l'intérieur des bassins devraient être analysées. Bien qu'un effort d'évaluation ait été déployé au niveau du CRAT, les procédures employées n'étaient pas adéquates pour quantifier les différences. De nombreuses techniques d'échantillonnage furent discutées avec le personnel de l'ORMVAT et du MRT. L'approche exacte sera déterminée dans les discussions futures avec le personnel concerné.

Programmation de l'eau-- Le calendrier des irrigations constitue un facteur clé pour atteindre des efficacités d'irrigation élevées au niveau des fermes, une fois que le système d'irrigation utilisé sera en mesure de distribuer l'eau de manière uniforme. A plusieurs reprises au cours de la saison d'irrigation de l'été 1995 l'eau était prise avant que le besoin ne s'en ressente. Ceci fait partie de la question de l'inflexibilité qui fait à l'heure actuelle l'objet d'une attention particulière de la part du personnel de l'ORMVAT et du MRT. Il est impératif que l'eau puisse être commandée et reçue au moment opportun (c à d non sur la base d'une rotation fixe) pour la durée qu'il faut. Le personnel de l'ORMVAT et du MRT qui s'occupe du programme d'amélioration de l'irrigation en surface devra réunir de la documentation sur les questions de l'inflexibilité. La question qu'ils devraient résoudre est. "Est ce qu'ils ont été en mesure de recevoir l'eau lorsque la culture en a eu besoin et de d'appliquer les quantités désirées sans interférence de la part du système de distribution?"

C Recommandations générales pour l'action future d'amélioration de l'irrigation de surface

Le travail effectué par l'ORMVAT pendant les dernières 15 années avec les sillons et les planches inclinés devrait être élargi pour inclure la technologie de lissage contrôlé par laser une fois que l'équipement aura été livré sur le site.

Par ailleurs, bien que l'impact puisse être limité, la technologie de nivellement contrôlé par laser devrait être utilisée pour améliorer le système traditionnel de Robta. Un programme complet de démonstrations sur le terrain devrait comprendre les opérations suivantes:

- Robta, avec ou sans lissage contrôlé par laser
- Les sillons et les planches inclinés, avec ou sans lissage contrôlé par laser
- Les bassins à fond plat, avec lissage contrôlé par laser

Ces démonstrations s'appliquent directement à la fois au volet de la gestion améliorée de l'eau au niveau des exploitations agricoles et à celui du renforcement de la participation du secteur privé du Projet de Management des Ressources du Tadla.

Les objectifs de ces démonstrations pilotes sont les suivants:

- Etendre les différentes technologies aux fermiers coopérant aux démonstrations sur le terrain
- Tester ces technologies dans les conditions réelles des fermes
- Recueillir les informations nécessaires pour évaluer la viabilité économique de la technologie, y compris les questions liées à la technologie de mise en forme du terrain contrôlée par laser (voir annexe F pour deux exemples de diagrammes d'analyse du budget partiel, l'un concernant les sillons inclinés avec des tubes à siphon et nivellement par laser et l'autre pour les bassins à fond plat nivelés par laser). Les rubriques identifiées portent sur le revenu et les changements de coûts (augmentations et baisses

dans les deux cas) dans les diagrammes d'analyse du budget partiel. Tout devra être évalué pour fournir une image complète de l'utilité de l'utilisation d'un système d'irrigation et non l'autre.

Les fermiers collaborateurs devraient prendre part aux démonstrations sur le terrain qui seront choisies dans le cadre du programme de gestion améliorée de l'eau au niveau des exploitations agricoles. En outre, plusieurs fermiers coopérant qui utilisaient les sillons et les planches inclinés sans lissage contrôlé par laser devraient intégrer le groupe des collaborateurs. Il serait recommandable que ces coopérants soient sélectionnés dans le cadre des Associations des Utilisateurs d'Eau dont on projette la création. Ces associations permettraient aux fermiers de devenir partie prenante dans le processus de transfert de technologie et avoir un rôle important dans la mise au point de manière optimale et hautement efficace de la technologie de mise en forme et de lissage du sol par laser.

On devrait accorder plus d'intérêt à l'opération de collecte de données pour tous les systèmes d'irrigation améliorés. Ceci signifie la mobilisation d'importantes ressources pour acquérir les données, permettre une analyse et formuler les recommandations appropriées. Afin de réaliser un tel effort, un engagement à long terme devrait être fait pour s'assurer que toutes les questions sont abordées et résolues. Ceci comprendrait, l'emploi d'un nombre significatif de personnel pour fournir la direction et l'assistance techniques aux agriculteurs utilisant les systèmes d'irrigation améliorés. Pour ce faire, il faudrait fournir de la formation à tous les niveaux. Ces questions ont été discutées avec le personnel de l'ORMVAT au cours de cette mission de consultation et avec Dr. Ait Kadi, Directeur du Génie Rural au Ministère de l'Agriculture.

SECTION V
REFERENCES

Clemmens, A J , A R Dedrick, and R J Stand, BASIN A computer Program for the Design of Level-Basin Irigation Systems, Version 2 0, WCL Report#19 June 1995

Dedrick, A R , Irrigation Uniformity with Level Basins In Irrigation Today and Tomorrow Properties, Conflicts and Opportunities Proc Irrig Assoc 1983 Exposition and Technical Conf 4-7 Dec , 217-230 1983

Dedrick, Allen R , Improvement of Surface Irrigation Systems in the Tadla Irrigation Project, MRT Report No 22 April 1995

Dedrick, A. R , L J Erie, and A J Clemmens, Level Basin Irrigation In Advances in Irrigation, D I Hillel, ed Academic Press, New York, N Y 105-145 1982

Eliott, R L , and W Walker Field Evaluation of Furrow Infiltration and Advance Function Transactions American Society of Agricultural Engineers 15(2), 396-400 1982

Holzapfel, Eduardo A , Miguel A Marino, Alejandro Valenzuela, and Francisco Diaz Comparison of Infiltration Measuring Methods for Surface Irrigation Journal of Irrigation and Drainage Engineering 114(1), 130-142 February 1988

Oellermann, Douglas J , Diagnostic Study of the Tadla Irrigation Project, MRT Report No 9 October 1994

Replogle John A , Flow Measurement Instrumentation for the Tadla Irrigation Project, MRT Report No 12 December 1994

SECTION VI

ANNEXES

ANNEXE A-- Agenda de la visite d'études au Portugal

ANNEXE B-- Données des études topographiques pour les parcelles 1 et 2, CRAT, Été 1995

ANNEXE C-- Résumé des irrigations au niveau des bassins à fond plat, CRAT, Été 1995

ANNEXE D-- Résumé de l'infiltromètre à anneau émanant des parcelles CRAT, Été 1995

ANNEXE E-- Protocole d'analyse des données de l'infiltromètre à anneau et modification de la collecte de données

ANNEXE F-- Diagrammes d'analyses relatifs aux exemples de budget partiel

ANNEXE G-- Glossaire

Appendix A--Study tour agenda for tour in Portugal.

VISIT TO PORTUGAL OF A GROUP
FROM MRT PROJECT
12-17 SEPTEMBER, 1995

	PROGRAM	CONTACT	ACCOMPANING
12/09 Tuesday	Visit to the Sorraia Valley Irrigation District 08H00 Depart from Lisbon 10H00 Meeting at the Irrigation District headquarters, at Coruche 12H00 Lunch 13H00 Visit to the Valley 16H00 Return to Lisbon	Eng Oliveira e Sousa Phone 043 617049	Nuno Urgel Tome Rosário Domingos dos Santos
13/09 Wednesday	Free for visiting the area of the Tejo Valley		
14/09 Thursday	Visit to the Mondego Valley Irrigation District 07H30 Depart from Lisbon 10H00 Escola Superior Agraria de Coimbra 10H30 Meeting at the Mondego Project 12H00 Lunch 13H00 Visit to the Project Area 16H00 Return to Lisbon	Prof J M. Gonçalves Escola Superior Agrária Bencanta Phone 039 444400 Eng. Emílio Rodrigues Projecto do Mondego Montemor-o-Velho	Tome Rosário Li Yinong Domingos dos Santos
15/09 Friday	Visit to the Experimental Field at Coruche with demonstration of levelling, tillage and irrigation techniques and equipments 08H00 Depart from Lisbon 12H00 Lunch 16H00 Return to Lisbon	Eng Luis Dias Phone 043 617763	Pedro Leão de Sousa Li Yinong Tome Rosario Domingos dos Santos
16/09 Saturday	Work Day at the Instituto Superior de Agronomia Lisbon 09H00 Modernization of surface irrigation systems presentation by Pedro Leão de Sousa 10H00 Coffee Break 10H30 Summary of the project		
17/09	Return to Morocco		

Appendix B—Topographical survey data for Parcels 1 and 2, CRAT, Summer 1995.

After grading and smoothing was completed with the Eversman landplane; before tillage or furrowing. Field surface elevation readings taken on a 18 m x 23 m grid.

Parcel 1

271.0	269 0	266 0	265 0
271 0	268 5	268 5	270 0
269 0	264 5	269 5	268 0
262.5	262 5	265 0	263 2
260 9	259 0	265 2	268 0

Standard Deviation = 3 5 cm

Parcel 2

275 0	277 0	273 5	273.7
270 0	274 0	272 8	275 0
273 0	274 0	277 0	274 0
273 1	267 2	272 5	273 5
267.8	276 8	266 0	268 0

Standard Deviation = 3 2 cm

Topographical survey of individual basins taken before the last irrigation. Field surface elevations were taken at equally spaced intervals in the bottom of two adjacent furrows near the center of the basins. The number in the last row of each set of two columns is the standard deviation for the basin using the readings from both furrows.

Parcel 1

		Basin 7		Basin 6		Basin 5		Basin 4		Basin 3		Basin 2		Basin 1	
		72 0	274 0	275 0	275.5	263.5	262.5	262 0	261 0	267 0	265 0	265 1	263 0	261.5	263.5
		65 0	268 0	268 0	267 0	262.5	264.5	266.5	265.5	260 0	259 0	261.5	263 0	259 9	261 0
		67 0	267 0	267 0	269.5	267.5	269 0	266 0	265.5	262 0	262 0	262 0	262 0	262 0	260 0
		270 0	268.5	269.5	269 0	268 0	269 0	264 0	268 0	267.5	267.5	264 0	265.5	265 0	259 0
		270 0	270.0	265.5	265 0	267 0	268 0	265 0	266 0	267.5	266.5	265 0	267 0	267.0	263 0
		263.5	263.5	265.0	260.5	261.5	264 0	263 0	263 0	263 0	263 0	263 0	265 0	265 0	261.0
		261.5	265 0	259 0	259 0	262 0	263 0	266 0	268 0	258 0	262.5				
		259.5	259.5			236.5	258.5								
		261.5	261 0												
		261.5	259.5												
		261 0	262.0												
		261.5	261.5												
		256 0	259 0												
		4 6		5 1		3 5		2 1		3 3		1 6		2 4	

Standard Deviation (All Basins Combined) = 3 2 cm

Parcel 2

Basin 9		Basin 8		Basin 7		Basin 6		Basin 5		Basin 4		Basin 3		Basin 2		Basin 1	
274 0	275 0	274 0	274 0	274 0	275 0	277 0	278 0	280 0	280 0	277.5	277 0	275 0	273 0	274.5	276 0	275.5	273 0
272.5	272.5	269.5	270 0	269.5	273 0	275 0	273 0	273 0	274 0	275.5	278 0	273 1	275 0	278 0	279.5	275 0	275 0
272 0	274.5	271.5	270 0	273.5	277 0	273 0	273 0	272.5	274.5	273 0	275 0	275 0	277.5	275.5	275 0	278 0	275.0
269.5	270 0	271.5	271.5	273 0	273.5	269 0	272 0	270 0	270.5	269 0	271 0	269.5	272 0	272 0	273.5		
265 0	268.5	269 0	267 0	269 0	270 0	270 0	269 0	266 0	267 0	269.5	270 0	268 0	268 0	268 0	268.0		
273.5	274.5	274 0	270.5	271 0	274 0	270 0	273 0										
3.0		2.2		2 4		2 9		4 7		3 5		3 2		3 8		1 6	

Standard Deviation (All Basins Combined) = 3 8 cm

Appendix C—Summaries of irrigation events on level basins, CRAT, Summer 1995.

Données relatives à l'irrigation du bassin a fond plat

Parcelle No 1

Numéro d'irrigation	1
Date d'irrigation	4/5/95
Date dernière irrigation	img 1
N jours depuis dernière img	0

Mesure débit		Bassin N	Larg l (m)	Long L (m)	Sup S (m2)	Heure décl (h mn)	Heure arrêt (h mn)	T (mn)	Q (l/s)	P (cm)	V (m3)	D m3/ha	Ti Hr/Ha
Temps (h mn)	Débit (l/s)												
9.20	27.00	1	7	40	280	9.20	9.35	15	27.00	8.68	24.30	867.86	8.93
9.35	27.00	2	7	40	280	9.35	9.50	15	27.00	8.68	24.30	867.86	8.93
10.00	27.00	3	7	50	350	9.50	10.15	25	27.00	11.57	40.50	1157.14	11.90
10.10	25.00	4	7	50	350	10.15	10.40	25	25.00	10.71	37.50	1071.43	11.90
10.50	23.90	5	5	60	300	10.40	10.52	12	23.90	5.74	17.21	573.60	6.67
11.00	23.90	6	5	60	300	10.52	11.12	20	23.90	9.56	28.68	956.00	11.11
11.20	23.90	7	4	100	400	11.12	11.35	23	23.90	8.25	32.98	824.55	9.58
11.40	24.80	8	3	100	300	11.35	12.00	25	24.80	12.40	37.20	1240.00	13.89
12.05	21.50	9	5	40	200	12.10	12.20	10	21.50	6.45	12.90	645.00	8.33
12.05	21.50	10	5	40	200	12.20	12.35	15	21.50	9.68	19.35	967.50	12.50
12.05	21.50	11	7	50	350	12.35	12.55	20	21.50	7.37	25.80	737.14	9.52
12.05	21.50	12	7	50	350	12.55	13.22	27	21.50	9.95	34.83	995.14	12.86
12.05	21.50	13	7	60	420	13.92	13.49	27	21.50	8.29	34.83	829.29	10.71
14.00	21.50	14	7	60	420	13.49	14.15	26	21.50	7.99	33.54	798.57	10.32

T Temps d'arrosage

Q Débit moyen

P Profondeur humectée = $6 \cdot Q \cdot T / (l \cdot L)$

V Vol d'eau apporté = $06 \cdot Q \cdot T$

D Dose d'img = $10000 \cdot V / (l \cdot L)$

Ti Temps d'img = $100 \cdot T / (6 \cdot l \cdot L)$

Parcelle No 1

Numéro d'irrigation	2
Date d'irrigation	12/5/95
Date dernière irrigation	4/5/95
N jours depuis dernière img	7

Mesure débit		Bassin N	Larg l (m)	Long L (m)	Sup S (m2)	Heure décl (h mn)	Heure arrêt (h mn)	T (mn)	Q (l/s)	P (cm)	V (m3)	D m3/ha	Ti Hr/Ha
Temps (h mn)	Débit (l/s)												
12.50	28.00	1	7	40	280	12.00	12.10	10	28.00	6.00	16.80	600.00	5.95
12.50	29.00	2	7	40	280	12.12	12.24	12	29.00	7.46	20.88	745.71	7.14
12.29	26.50	3	7	50	350	12.26	12.42	16	26.50	7.27	25.44	726.86	7.62
12.50	26.00	4	7	50	350	12.45	1.02	17	26.00	7.58	26.52	757.71	8.10
1.10	27.40	5	5	60	300	1.04	1.20	16	27.40	8.77	26.30	876.80	8.89
1.28	28.80	6	5	60	300	1.25	1.39	14	28.80	8.06	24.19	806.40	7.78
1.49	28.80	7	4	100	400	1.42	1.57	15	28.80	6.48	25.92	848.00	6.25
2.05	28.80	8	3	100	300	1.59	2.13	14	28.80	8.06	24.19	806.40	7.78
2.05	28.80	9	5	40	200	1.59	2.13	9	23.90	6.45	12.91	645.30	7.50
2.05	28.80	10	5	40	200	1.59	2.13	13	23.90	9.32	18.64	932.10	10.83
2.05	28.80	11	7	50	350	1.59	2.13	11	23.90	4.51	15.77	450.69	5.24
2.05	28.80	12	7	50	350	1.59	2.13	19	21.50	7.00	24.51	700.29	9.05
2.05	28.80	13	7	60	420	1.59	2.13	17	24.80	6.02	25.30	602.29	6.75
2.05	28.80	14	7	60	420	1.59	2.13	15	23.40	5.01	21.06	501.43	5.95

Appendix C (Continued)

Parcelle No 1

Numéro d'irrigation	3
Date d'irrigation	20/5/95
Date dernière irrigation	12/5/95
N jours depuis dernière irrg	7

Mesure débit		Bassin N	Larg l (m)	Long L (m)	Sup S (m ²)	Heure décl (h mn)	Heure arrêt (h mn)	T (mn)	Q (Vs)	P (cm)	V (m ³)	D m ³ /ha	Ti Hr/Ha
Temps (h mn)	Débit (Vs)												
11 38	28 7	1	7	40	280	11 38	11 47	9	28 70	5 54	15 50	553 50	5 36
11 43	28 7	2	7	40	280	11 47	12 08	21	28 70	12 92	36 16	1291 50	12 50
12 22	29 6	3	7	50	350	12 08	12 30	22	29 60	11 16	39 07	1116 34	10 48
12 40	28 3	4	7	50	350	12 3	12 52	22	28 00	10 56	36 96	1056 00	10 48
1 00	28 3	5	5	60	300	12 52	1 10	18	28 30	10 19	30 56	1018 80	10 00
1 25	28 3	6	5	60	300	1 1	1 30	20	28 30	11 32	33 96	1132 00	11 11
1 48	30 1	7	4	100	400	1 13	1 50	20	30 10	9 03	36 12	903 00	8 33
2 00	30 1	8	3	100	300	1 5	2 08	18	30 10	10 84	32 51	1083 60	10 00
2 40	22 4	9	5	40	200	2 45	3 00	15	22 40	10 08	20 16	1008 00	12 50
3 00	22 4	10	5	40	200	3	3 15	15	22 40	10 08	20 16	1008 00	12 50
3 20	22 4	11	7	50	350	3 15	3 41	26	22 40	9 98	34 94	998 40	12 38
4 00	22 4	12	7	50	350	3 41	4 05	24	22 40	9 22	32 26	921 60	11 43
4 20	22 4	13	7	60	420	4 05	4 35	30	22 40	9 60	40 32	960 00	11 90
5 00	22 3	14	7	60	420	4 35	5 03	28	22 40	8 96	37 63	896 00	11 11

Parcelle No 1

Numéro d'irrigation	4
Date d'irrigation	1/6/95
Date dernière irrigation	20/5/95
N jours depuis dernière irrg	11

Mesure débit		Bassin N	Larg l (m)	Long L (m)	Sup S (m ²)	Heure décl (h mn)	Heure arrêt (h mn)	T (mn)	Q (Vs)	P (cm)	V (m ³)	D m ³ /ha	Ti Hr/Ha
Temps (h mn)	Débit (Vs)												
10 20	27 80	1	7	40	280	10 07	10 25	18	27 8	10 72	30 02	1072 29	10 71
10 35	27 80	2	7	40	280	10 25	10 45	20	27 80	11 91	33 36	1191 43	11 90
11 00	25 60	3	7	50	350	10 45	11 05	20	25 60	8 78	30 72	877 71	9 52
11 20	27 80	4	7	50	350	11 05	11 26	21	27 80	10 01	35 03	1000 80	10 00
11 30	27 80	5	5	60	300	11 26	11 40	14	27 80	7 78	23 35	778 40	7 78
11 45	27 80	6	5	60	300	11 40	11 52	12	27 80	6 67	20 02	667 20	6 67
11 54	29 60	7	4	100	400	11 52	12 20	28	29 60	12 43	49 73	1243 20	11 67
12 25	29 60	8	3	100	300	12 20	12 40	20	29 60	11 84	35 52	1184 00	11 11
14 00	29 60	9	5	40	200	13 53	14 09	16	29 60	14 21	28 42	1420 80	13 33
12 58	29 60	10	5	40	200	14 13	14 28	15	29 60	13 32	26 64	1332 00	12 50
	29 60	11	7	50	350	12 54	13 12	18	29 60	9 13	31 97	913 37	8 57
	29 60	12	7	50	350	13 12	13 27	15	29 60	7 61	26 64	761 14	7 14
	29 60	13	7	60	420	13 27	13 42	15	29 60	6 34	26 64	634 29	5 95
	29 60	14	7	60	420	13 42	13 53	11	29 60	4 65	19 54	465 14	4 37

Appendix C (Continued)

Parcelle No 1

Numéro d'irrigation	5
Date d'irrigation	8/6/95
Date dernière irrigation	1/6/95
N jours depuis dernière irrg	6

Mesure débit		Bassin N	Larg l (m)	Long L (m)	Sup S (m ²)	Heure décl. (h mn)	Heure arrêt (h mn)	T (mn)	Q (l/s)	P (cm)	V (m ³)	D m ³ /ha	Ti Hr/Ha
Temps (h mn)	Débit (l/s)												
11 00	26 50	1	7	40	280	11 00	11 16	16	26 50	9 09	25 44	908 57	9 52
11 30	26 50	2	7	40	280	11 16	11 31	15	26 50	8 52	23 85	851 79	8 93
11 43	26 50	3	7	50	350	11 31	11 48	17	26 50	7 72	27 03	772 29	8 10
11 48	25 60	4	7	50	350	11 48	12 10	22	25 60	9 65	33 79	965 49	10 48
12 10	25 60	5	5	60	300	12 10	12 17	7	25 60	3 58	10 75	358 40	3 89
12 17	25 60	6	5	60	300	12 17	12 30	13	25 60	6 66	19 97	665 60	7 22
12 30	26 10	7	4	100	400	12 30	12 48	18	26 10	7 05	28 19	704 70	7 50
12 48	26 10	8	3	100	300	12 48	13 07	19	26 10	9 92	29 75	991 80	10 56
	26 10	9	5	40	200	14 30	14 39	9	26 10	7 05	14 09	704 70	7 50
	26 10	10	5	40	200	14 21	14 30	9	26 10	7 05	14 09	704 70	7 50
	26 10	11	7	50	350	14 07	14 21	14	26 10	6 26	21 92	626 40	6 67
	26 10	12	7	50	350	13 48	14 07	19	26 10	8 50	29 75	850 11	9 05
	26 10	13	7	60	420	13 36	13 48	12	26 10	4 47	18 79	447 43	4 76
	26 10	14	7	60	420	13 17	13 36	19	26 10	7 08	29 75	708 43	7 54

Parcelle No 1

Numéro d'irrigation	6
Date d'irrigation	21/06/9
Date dernière irrigation	8/6/95
N jours depuis dernière irrg	12

Mesure débit		Bassin N	Larg l (m)	Long L (m)	Sup S (m ²)	Heure décl. (h mn)	Heure arrêt (h mn)	T (mn)	Q (l/s)	P (cm)	V (m ³)	D m ³ /ha	Ti Hr/Ha
Temps (h mn)	Débit (l/s)												
12 30	27 80	1	7	40	280	12 27	12 41	14	27 80	8 34	23 35	834 00	8 33
10 30	26 90	2	7	40	280	10 30	10 45	15	26 90	8 65	24 21	864 64	8 93
	26 90	3	7	50	350	10 45	11 04	19	26 90	8 76	30 67	876 17	9 05
	26 90	4	7	50	350	11 04	11 23	19	26 90	8 76	30 67	876 17	9 05
11 35	26 90	5	5	60	300	11 23	11 37	14	26 90	7 53	22 60	753 20	7 78
	26 90	6	5	60	300	11 37	11 50	13	26 90	6 99	20 98	699 40	7 22
	26 90	7	4	100	400	11 50	12 08	18	26 90	7 26	29 05	726 30	7 50
	26 90	8	3	100	300	12 08	12 25	17	26 90	9 15	27 44	914 60	9 44
13 00	25 80	9	5	40	200	12 54	13 04	10	25 80	7 74	15 48	774 00	8 33
	25 80	10	5	40	200	13 04	13 15	11	25 80	8 51	17 03	851 40	9 17
13 30	25 40	11	7	50	350	13 15	13 35	20	25 40	8 71	30 48	870 86	9 52
	25 40	12	7	50	350	13 35	13 45	10	25 40	4 35	15 24	435 43	4 76
14 00	25 40	13	7	60	420	13 45	14 05	20	25 40	7 26	30 48	725 71	7 94
	25 40	14	7	60	420	14 05	14 30	25	25 40	9 07	38 10	907 14	9 92

Appendix C (Continued)

Parcelle No 1

Numéro d'irrigation	7
Date d'irrigation	5/07/95
Date dernière irrigation	21/6/95
N jours depuis dernière irrg	15

Mesure débit		Bassin N	Larg l (m)	Long L (m)	Sup S (m2)	Heure décl (h mn)	Heure arrêt (h mn)	T (mn)	Q (l/s)	P (cm)	V (m3)	D m3/ha	Ti Hr/Ha
Temps (h mn)	Débit (l/s)												
8 55	27 40	1	7	40	280	8 55	9 10	15	27 40	8 81	24 66	880 71	8 93
7 01	26 90	2	7	40	280	7 01	7 18	17	26 90	9 80	27 44	979 93	10 12
	26 90	3	7	50	350	7 18	7 34	16	26 90	7 38	25 82	737 83	7 62
	26 90	4	7	50	350	7 18	7 52	18	26 90	8 30	29 05	830 06	8 57
	26 90	5	5	60	300	7 34	8 05	13	26 90	6 99	20 98	699 40	7 22
	26 90	6	5	60	300	7 52	8 17	12	26 90	6 46	19 37	645 60	6 67
	26 90	7	4	100	400	8 05	8 37	20	26 90	8 07	32 28	807 00	8 33
	26 90	8	3	100	300	8 17	8 52	15	26 90	8 07	24 21	807 00	8 33
11 00	27 40	9	5	40	200	11 00	11 09	9	27 40	7 40	14 80	739 80	7 50
10 21	27 40	10	5	40	200	10 41	11 00	19	27 40	15 62	31 24	1561 80	15 83
	27 40	11	7	50	350	10 21	10 41	20	27 40	9 39	32 88	939 43	9 52
	27 40	12	7	50	350	10 01	10 21	20	27 40	9 39	32 88	939 43	9 52
	27 40	13	7	60	420	9 40	10 01	21	27 40	8 22	34 52	822 00	8 33
	27 40	14	7	60	420	9 15	9 40	25	27 40	9 79	41 10	978 57	9 92

Appendix C (Continued)

Données relatives à l'irrigation du bassin à fond plat

Parcelle No 2

Numéro d'irrigation	1
Date d'irrigation	3/5/95
Date dernière irrigation	irrig 1
N jours depuis dernière irrigation	0

Mesure débit		Bassin N	Larg l (m)	Long L (m)	Sup S (m ²)	Heure décl (h mn)	Heure arrêt (h mn)	T (mn)	Q (l/s)	P (cm)	V (m ³)	D m ³ /ha	Ti Hr/Ha
Temps (h mn)	Débit (l/s)												
8 10	27 4	1	5	50	250	8 22	8 38	16	27 4	10 52	26 30	1052 16	10 67
8 50	27 8	2	5	75	375	8 38	8 58	20	27 8	8 90	33 36	889 60	8 89
9 05	27 8	3	5	75	375	8 58	9 18	20	27 8	8 90	33 36	889 60	8 89
9 20	27 8	4	4	80	320	9 19	9 30	11	27 8	5 73	18 35	573 38	5 73
9 35	27 8	5	4	80	320	9 31	9 40	9	27 8	4 69	15 01	469 13	4 69
9 40	29 6	6	4	100	400	9 42	10 00	18	29 6	7 99	31 97	799 20	7 50
10 05	27 8	7	4	100	400	10 00	10 12	12	27 8	5 00	20 02	500 40	5 00
10 30	27 8	8	4	100	400	10 21	10 36	15	27 8	6 26	25 02	625 50	6 25
10 40	27 8	9	4	100	400	10 36	10 50	14	27 8	5 84	23 35	583 80	5 83
11 05	27 8	10	4	20	80	11 05	11 10	5	27 8	10 43	8 34	1042 50	10 42
	27 8	11	4	20	80	11 49	11 53	4	27 8	8 34	6 67	834 00	8 33
	27 8	12	5	25	125	11 53	11 58	5	27 8	6 67	8 34	667 20	6 67
	27 8	13	5	25	125	11 58	12 05	7	27 8	9 34	11 68	934 08	9 33

T Temps d'arrosage

Q Débit moyen

V Vol d'eau apporté = $06^{\circ}Q^{\circ}T$

D Dose d'irrig = $10000^{\circ}V/(l^{\circ}L)$

P Profondeur humectée = $6^{\circ}Q^{\circ}T/(l^{\circ}L)$

Ti Temps d'irrig = $100^{\circ}T/(6^{\circ}l^{\circ}L)$

Parcelle No 2

Numéro d'irrigation	2
Date d'irrigation	12/5/95
Date dernière irrigation	3/5/95
N jours depuis dernière irrigation	9

Mesure débit		Bassin N	Larg l (m)	Long L (m)	Sup S (m ²)	Heure décl (h mn)	Heure arrêt (h mn)	T (mn)	Q (l/s)	P (cm)	V (m ³)	D m ³ /ha	Ti Hr/Ha
Temps (h mn)	Débit (l/s)												
7 40	21 50	1	5	50	250	7 40	7 50	10	21 50	5 16	12 90	516 00	6 67
8 14	21 50	2	5	75	375	8 10	8 24	14	21 50	4 82	18 06	481 60	6 22
8 35	23 00	3	5	75	375	8 30	8 45	13	23 00	4 78	17 94	478 40	5 78
8 48	24 30	4	4	80	320	8 45	8 55	10	24 30	4 56	14 58	455 63	5 21
9 14	24 30	5	4	80	320	9 10	9 20	10	24 30	4 56	14 58	455 63	5 21
9 30	27 00	6	4	100	400	9 28	9 43	15	27 00	6 08	24 30	607 50	6 25
9 49	26 50	7	4	100	400	9 45	10 06	16	26 50	6 36	25 44	636 00	6 67
10 15	30 00	8	4	100	400	10 10	10 23	13	30 00	5 85	23 40	585 00	5 42
10 30	30 00	9	4	100	400	10 26	10 39	13	30 00	5 85	23 40	585 00	5 42
	22 00	10	4	20	80	7 00	7 02	2	21 50	3 23	2 58	322 50	4 17
	22 00	11	4	20	80	7 05	7 07	2	21 50	3 23	2 58	322 50	4 17
	22 00	12	5	25	125	7 08	7 12	4	21 50	4 13	5 16	412 80	5 33
	22 00	13	5	25	125	7 15	7 20	5	21 50	5 16	6 45	516 00	6 67

Appendix C (Continued)

Parcelle No 2

Numéro d'irrigation	3
Date d'irrigation	20/5/95
Date dernière irrigation	12/5/95
N jours depuis dernière iri	8

Mesure débit		Bassin N	Larg l (m)	Long L (m)	Sup S (m ²)	Heure décl (h mn)	Heure arrêt (h mn)	T (mn)	Q (Vs)	P (cm)	V (m ³)	D m ³ /ha	Ti Hr/Ha
Temps (h mn)	Débit (Vs)												
10 50	28 30	1	5	50	250	10 53	11 05	12	28 3	8 15	20 38	815 04	8 00
8 10	28 30	2	5	75	375	8 10	8 30	20	28 3	9 06	33 96	905 60	8 89
8 30	28 30	3	5	75	375	8 30	8 43	13	28 3	5 89	22 07	588 64	5 78
8 43	28 30	4	4	80	320	8 43	8 52	9	28 3	4 78	15 28	477 56	4 69
8 52	28 30	5	4	80	320	8 52	9 03	11	28 3	5 84	18 68	583 69	5 73
9 03	28 30	6	4	100	400	9 03	9 16	13	28 3	5 52	22 07	551 85	5 42
9 16	28 30	7	4	100	400	9 16	9 30	14	28 3	5 94	23 77	594 30	5 83
9 30	28 30	8	4	100	400	9 30	9 46	16	28 3	6 79	27 17	679 20	6 67
9 46	28 30	9	4	100	400	9 46	10 00	14	28 3	5 94	23 77	594 30	5 83
10 10	28 30	10	4	20	80	10 14	10 17	3	28 3	6 37	5 09	636 75	6 25
10 17	28 30	11	4	20	80	10 17	10 20	3	28 3	6 37	5 09	636 75	6 25
10 20	28 30	12	5	25	125	10 20	10 25	5	28 3	6 79	8 49	679 20	6 67
10 25	28 30	13	5	25	125	10 25	10 30	5	28 3	6 79	8 49	679 20	6 67

Parcelle No 2

Numéro d'irrigation	4
Date d'irrigation	25/5/95
Date dernière irrigation	20/5/95
N jours depuis dernière iri	5

Mesure débit		Bassin N	Larg l (m)	Long L (m)	Sup S (m ²)	Heure décl (h mn)	Heure arrêt (h mn)	T (mn)	Q (Vs)	P (cm)	V (m ³)	D m ³ /ha	Ti Hr/Ha
Temps (h mn)	Débit (Vs)												
13 50	24 30	1	5	50	250	13 55	14 09	14	24 3	8 16	20 41	816 48	9 33
11 40	24 30	2	5	75	375	11 27	11 45	18	24 3	7 00	26 24	699 84	8 00
12 05	27 40	3	5	75	375	11 45	12 06	21	27 4	9 21	34 52	920 64	9 33
12 24	29 60	4	4	80	320	12 06	12 22	16	29 6	8 88	28 42	888 00	8 33
12 35	29 60	5	4	80	320	12 22	12 35	13	29 6	7 22	23 09	721 50	6 77
13 05	29 20	6	4	100	400	12 35	12 55	20	29 2	8 76	35 04	876 00	8 33
13 25	27 80	7	4	100	400	12 55	13 13	18	27 8	7 51	30 02	750 60	7 50
13 46	23 50	8	4	100	400	13 13	13 31	18	23 5	6 35	25 38	634 50	7 50
13 35	24 30	9	4	100	400	13 31	13 51	20	24 3	7 29	29 16	729 00	8 33
	24 30	10	4	20	80	15 07	15 11	4	24 3	7 29	5 83	729 00	8 33
	24 30	11	4	20	80	15 02	15 06	4	24 3	7 29	5 83	729 00	8 33
	24 30	12	5	25	125	14 56	15 02	6	24 3	7 00	8 75	699 84	8 00
	24 30	13	5	25	125	14 51	14 56	5	24 3	5 83	7 29	583 20	6 67

Appendix C (Continued)

Parcelle No 2

Numéro d'irrigation	5
Date d'irrigation	1/6/95
Date dernière irrigation	25/5/95
N jours depuis dernière irr	6

Mesure débit		Bassin N	Larg l (m)	Long L (m)	Sup S (m ²)	Heure décl. (h mn)	Heure arrêt (h mn)	T (mn)	Q (l/s)	P (cm)	V (m ³)	D m ³ /ha	Ti Hr/Ha
Temps (h mn)	Débit (l/s)												
17 2	26 9	1	5	50	250	17 17	17 29	12	26 9	7 75	19 37	774 72	8 00
14 55	29 2	2	5	75	375	12 45	15 05	20	29 2	9 34	35 04	934 40	8 89
15 14	27 4	3	5	75	375	15 05	15 22	17	27 4	7 45	27 95	745 28	7 56
15 3	27 4	4	4	80	320	15 22	15 35	13	27 4	6 68	21 37	667 87	6 77
15 4	27 4	5	4	80	320	15 35	15 47	12	27 4	6 17	19 73	616 50	6 25
16	27 8	6	4	100	400	15 48	16 02	14	27 8	5 84	23 35	583 80	5 83
16 1	27 8	7	4	100	400	16 02	16 18	16	27 8	6 67	26 69	667 20	6 67
16 2	27 8	8	4	100	400	16 18	16 34	16	27 8	6 67	26 69	667 20	6 67
16 47	26 9	9	4	100	400	16 34	16 54	20	26 9	8 07	32 28	807 00	8 33
	26 9	10	4	20	80	17 29	17 33	4	26 9	8 07	6 46	807 00	8 33
	26 9	11	4	20	80	17 34	17 37	3	26 9	6 05	4 84	605 25	6 25
	26 9	12	5	25	125	17 39	17 45	6	26 9	7 75	9 68	774 72	8 00
	26 9	13	5	25	125	17 45	17 50	5	26 9	6 46	8 07	645 60	6 67

Parcelle No 2

Numéro d'irrigation	6
Date d'irrigation	10/06/9
Date dernière irrigation	01/06/9
N jours depuis dernière irr	8

Mesure débit		Bassin N	Larg l (m)	Long L (m)	Sup S (m ²)	Heure décl. (h mn)	Heure arrêt (h mn)	T (mn)	Q (l/s)	P (cm)	V (m ³)	D m ³ /ha	Ti Hr/Ha
Temps (h mn)	Débit (l/s)												
10 07	28 70	1	5	50	250	11 07	11 22	15	28 70	10 33	25 83	1033 20	10 00
	28 70	2	5	75	375	11 22	11 37	15	28 70	6 89	25 83	688 80	6 67
11 49	28 70	3	5	75	375	11 37	11 52	15	28 70	6 89	25 83	688 80	6 67
	28 70	4	4	80	320	11 52	12 03	11	28 70	5 92	18 94	591 94	5 73
	28 70	5	4	80	320	12 03	12 16	13	28 70	7 00	22 39	699 56	6 77
12 30	29 60	6	4	100	400	12 16	12 33	17	29 60	7 55	30 19	754 80	7 08
	29 60	7	4	100	400	12 33	12 48	15	29 60	6 66	26 64	666 00	6 25
	29 60	8	4	100	400	12 48	13 02	14	29 60	6 22	24 86	621 60	5 83
13 15	29 60	9	4	100	400	13 02	13 23	21	29 60	9 32	37 30	932 40	8 75
	29 60	10	4	20	80	13 30	13 33	3	29 60	6 66	5 33	666 00	6 25
	29 60	11	4	20	80	13 33	13 36	3	29 60	6 66	5 33	666 00	6 25
	29 60	12	5	25	125	13 36	13 40	4	29 60	5 68	7 10	568 32	5 33
	29 60	13	5	25	125	13 40	13 44	4	29 60	5 68	7 10	568 32	5 33

Handwritten signature

Appendix C (Continued)

Parcelle No 2

Numéro d'irrigation	7
Date d'irrigation	21/6/95
Date dernière irrigation	10/06/9
N jours depuis dernière irr	10

Mesure débit		Bassin N	Larg l (m)	Long L (m)	Sup S (m ²)	Heure décl (h mn)	Heure arrêt (h mn)	T (mn)	Q (Vs)	P (cm)	V (m ³)	D m ³ /ha	TI Hr/Ha
Temps (h mn)	Débit (Vs)												
15 00	25 40	1	5	50	250	14 50	15 05	15	25 40	9 14	22 86	914 40	10 00
15 06	25 60	2	5	75	375	15 05	15 22	17	25 60	6 96	26 11	696 32	7 56
15 30	26 20	3	5	75	375	15 23	15 35	12	26 20	5 03	18 86	503 04	5 33
15 35	26 50	4	4	80	320	15 37	15 48	11	26 50	5 47	17 49	546 56	5 73
15 55	26 10	5	4	80	320	15 49	16 00	11	26 10	5 38	17 23	538 31	5 73
16 07	25 40	6	4	100	400	16 02	16 14	12	25 40	4 57	18 29	457 20	5 00
16 20	25 40	7	4	100	400	16 16	16 30	14	25 40	5 33	21 34	533 40	5 83
16 35	25 40	8	4	100	400	16 32	16 45	13	25 40	4 95	19 81	495 30	5 42
17 00	25 40	9	4	100	400	16 47	17 02	15	25 40	5 72	22 86	571 50	6 25
	25 40	10	4	20	80	17 02	17 05	3	25 40	5 72	4 57	571 50	6 25
	25 40	11	4	20	80	17 05	17 08	3	25 40	5 72	4 57	571 50	6 25
	25 40	12	5	25	125	17 08	17 15	7	25 40	8 53	10 67	853 44	9 33
	25 40	13	5	25	125	17 15	17 21	6	25 40	7 32	9 14	731 52	8 00

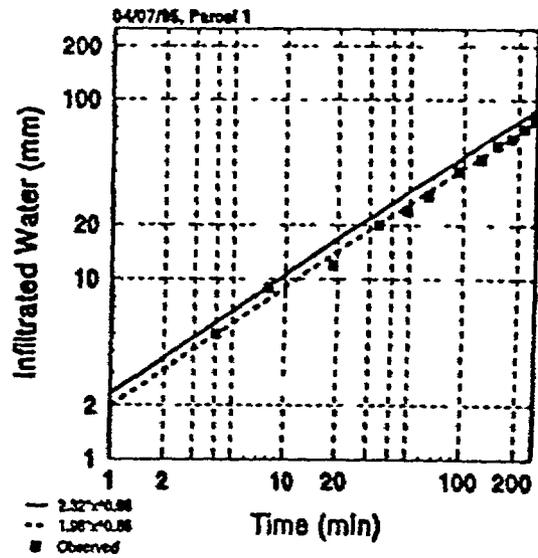
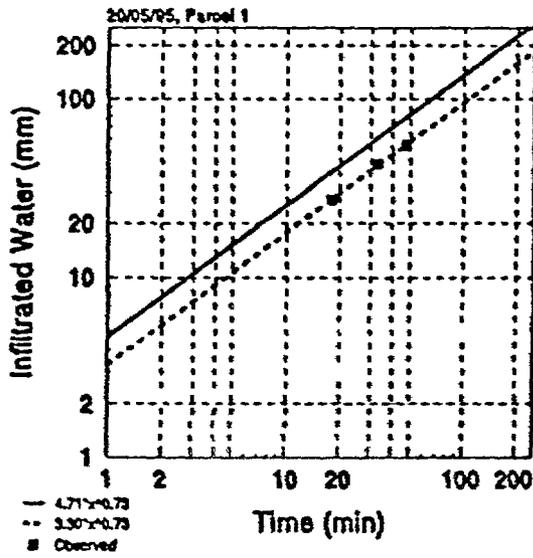
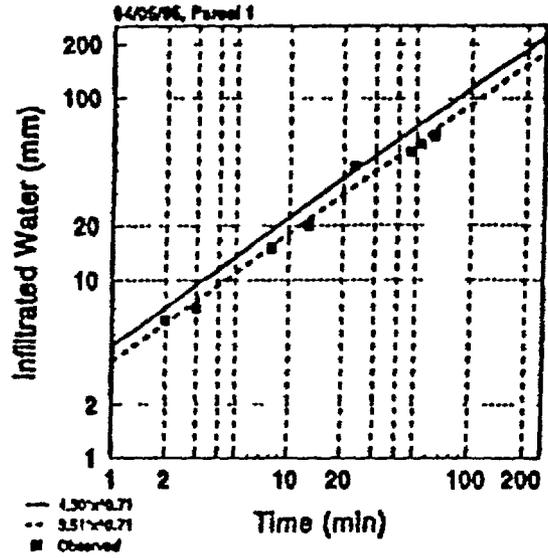
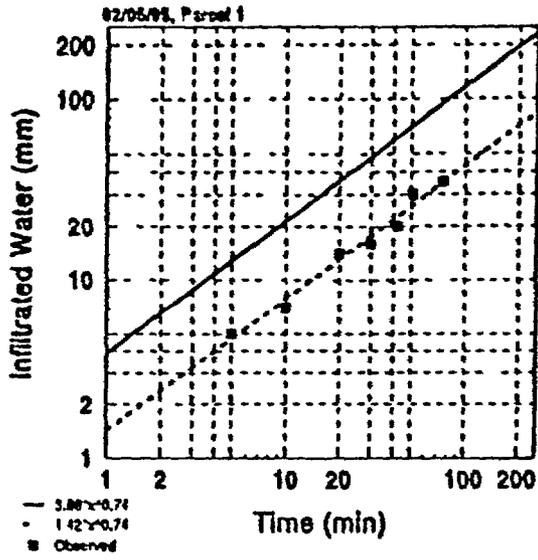
Parcelle No 2

Numéro d'irrigation	8
Date d'irrigation	5/7/95
Date dernière irrigation	21/06/9
N jours depuis dernière irr	14

Mesure débit		Bassin N	Larg l (m)	Long L (m)	Sup S (m ²)	Heure décl (h mn)	Heure arrêt (h mn)	T (mn)	Q (Vs)	P (cm)	V (m ³)	D m ³ /ha	TI Hr/Ha
Temps (h mn)	Débit (Vs)												
11 45	27 80	1	5	50	250	11 17	11 37	20	27 80	13 34	33 36	1334 40	13 33
	27 80	2	5	75	375	11 37	11 52	15	27 80	6 67	25 02	667 20	6 67
	27 80	3	5	75	375	11 52	12 09	17	27 80	7 56	28 36	756 16	7 56
	27 80	4	4	80	320	12 09	12 26	17	27 80	8 86	28 36	886 12	8 85
	27 80	5	4	80	320	12 26	12 34	8	27 80	4 17	13 34	417 00	4 17
12 40	27 80	6	4	100	400	12 34	12 54	20	27 80	8 34	33 36	834 00	8 33
13 00	27 80	7	4	100	400	12 54	13 16	22	27 80	9 17	36 70	917 40	9 17
	27 80	8	4	100	400	13 16	13 31	15	27 80	6 28	25 02	625 50	6 25
13 45	28 70	9	4	100	400	13 31	13 50	19	28 70	8 18	32 72	817 95	7 92
	28 70	10	4	20	80	14 24	14 28	4	28 70	8 61	6 89	861 00	8 33
	28 70	11	4	20	80	14 29	14 32	3	28 70	6 46	5 17	645 75	6 25
	28 70	12	5	25	125	14 32	14 38	6	28 70	8 27	10 33	826 56	8 00
	28 70	13	5	25	125	14 38	14 45	7	28 70	9 64	12 05	964 32	9 33

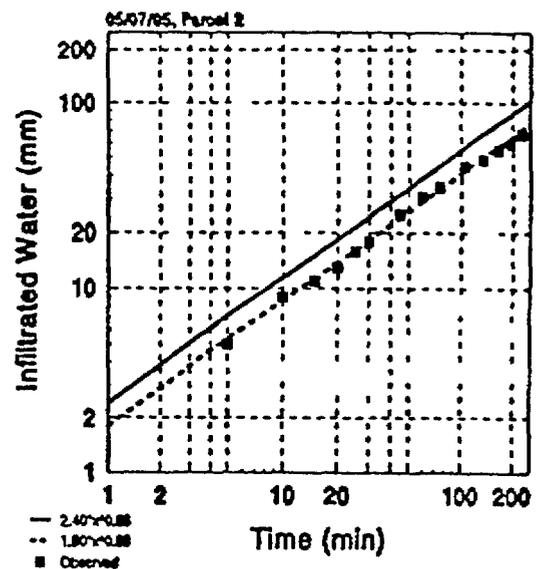
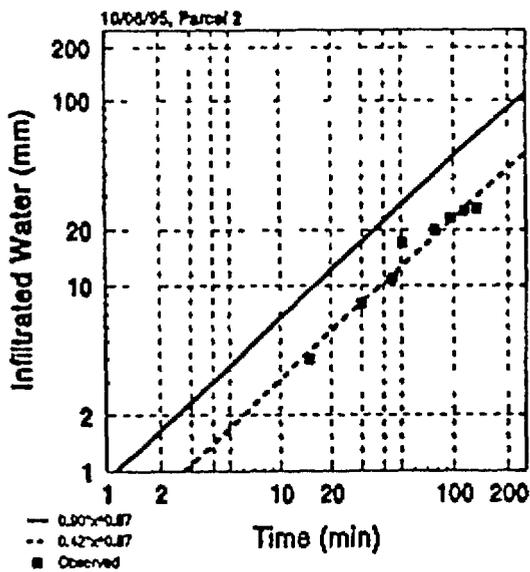
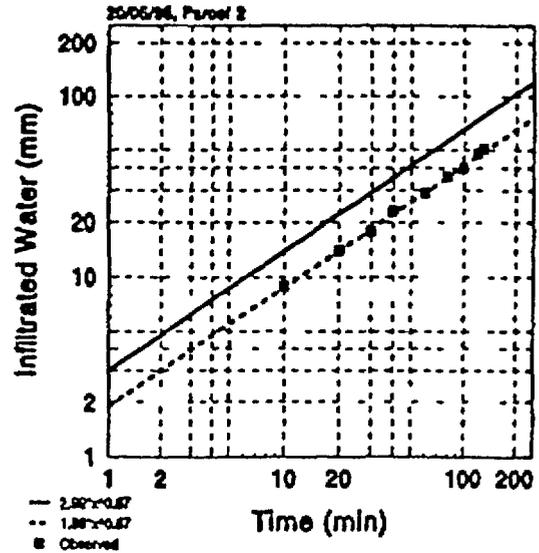
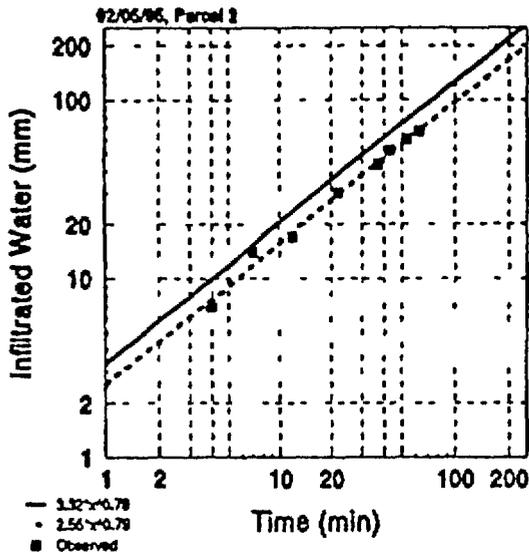
Appendix D—Ring Infiltrometer results from parcels at CRAT, Summer 1995.

Parcel 1



Appendix D (Continued)—Ring infiltrometer results from parcels at CRAT, Summer 1995.

Parcel 2



45

Annexe E Protocole d'analyse des données de l'infiltromètre à anneau et modification de la collecte des données

Dans le but d'améliorer le procédé de la collecte de données de l'infiltromètre à anneau, la procédure modifiée de la collecte des données décrite dans la colonne droite du tableau suivant devrait être testée pendant l'évaluation des bassins à fond plat et ce durant la saison de croissance de l'hiver 1995, 1996. La différence clé entre les procédures est que la profondeur initiale de la surface de l'eau est enregistrée comme étant la profondeur d'eau actuelle dans l'anneau au temps 'zéro' (Lg, avant l'enlèvement du 'Sheeting' en plastique). Si la profondeur de l'eau au temps 'zéro' représente correctement la profondeur d'eau actuelle, le temps 'final' ou toute l'eau serait infiltrée, n'aura donc pas besoin d'être enregistrée, ce qui accourtera potentiellement la période de tests (Lg, Presque 50% de la surface du sol exposée). Il est suggéré que les deux méthodes de collecte de données soient suivies durant les tests initiaux. Les résultats émanant des deux procédures seraient alors comparés afin de voir si le changement fournit des résultats assez correctes.

Step	Data Collection Procedure Outlined in MRT Report No 22	Modified Data Collection Procedure
1	Place a piece of cloth or plastic in the bottom of the cylinder to keep from eroding the soil surface when water is poured in.	Place a piece of thin plastic sheeting in the cylinder to keep from eroding the soil surface when water is poured in and to contain the water. The plastic should fully contain the volume of water added.
2	Pour a volume of water into the cylinder corresponding to a depth of water that would normally be ponded on a field, typical between 8 cm and 12 cm.	Pour a volume of water into the cylinder corresponding to a depth of water that would normally be ponded on a field, typical between 8 cm and 12 cm.
3		Measure the distance to the water surface with the point gage, and record this distance as the "Point Gage Reading" opposite the "Start" Time in the RING INFILTRMETER DATA COLLECTION WORK SHEET (modified) provided on page 47
4	Remove the cloth or plastic. Record the time when the cloth or plastic is removed. This is the "Start Time."	Remove the plastic sheeting. Record the time when the plastic is removed. This is the "Start Time."
5	Water surface elevation and time recordings (i.e., point gage and time readings) should be initiated within a minute or two of the "Start Time." Under normal conditions subsequent readings should be taken every few minutes for the first 10 to 15 min, gradually lengthening the intervals until all the water is infiltrated.	Water surface elevation and time recordings (i.e., point gage and time readings) should be initiated within a minute or two of the "Start Time." Under normal conditions subsequent readings should be taken every few minutes for the first 10 to 15 min, gradually lengthening the intervals.
6	Record as the "End Time," the watch time that all water has infiltrated (i.e., about 50% of the soil surface exposed). The difference between the Start Time and End Time is the time it took to infiltrate the known depth of water.	Continue to record point gage and time readings for at least 90 minutes (1.5 hours), or until all the water has infiltrated (i.e., about 50% of the soil surface exposed).

Annexe E (Suite)

Procédure d'analyses des données pour la procédure de collecte de données dans le rapport MRT N.o 22 (Dedrick, 1995)

Une fonction puissance simple mettant en relation le temps et l'eau cumulée infiltrée équation (1) dans la section II D est utilisée dans la conception des bassins à fond plat. L'équation est

$$Z = kt^a$$

où Z représente l'infiltration cumulative, t le temps d'infiltration, a est un exposant empirique et K est une constante empirique. Si on trace les courbes de l'infiltration cumulative et du temps passé, toutes les deux sur une échelle logarithmique, on obtiendrait une ligne droite, et l'exposant a est l'inclinaison de la ligne. Note: Le temps cumulé et les valeurs de profondeur infiltrée devraient être reportés sur une échelle logarithmique et examinés pour les erreurs de collecte de données. Généralement, les données de l'infiltromètre à anneau ne s'éloignent pas d'une ligne droite et les valeurs éloignées seront évidentes et devraient être omises de l'analyse des données. L'inclinaison de la courbe figurant dans le schéma E 1 ci-dessous et dans l'Annexe D était déterminée à partir de l'analyse de la régression (l'inclinaison pourrait, également, être calculée graphiquement). La ligne d'infiltration a été ensuite réajustée, en gardant la même inclinaison, pour passer à travers le point représentant le temps écoulé lorsque 102 mm sont infiltrés. Cette ligne réajustée fournit le k pour compléter la caractérisation de la courbe d'infiltration. Le k ajusté peut être calculé directement à partir de l'équation ci-dessus en utilisant $Z=102$ mm et t correspondant au temps écoulé. Pour les valeurs utilisées ici, le temps était en minutes. Le processus de calcul et d'ajustement est illustré dans le schéma II 3 pour le test d'infiltromètre à anneau effectué le 20/05/95 sur la parcelle 2.

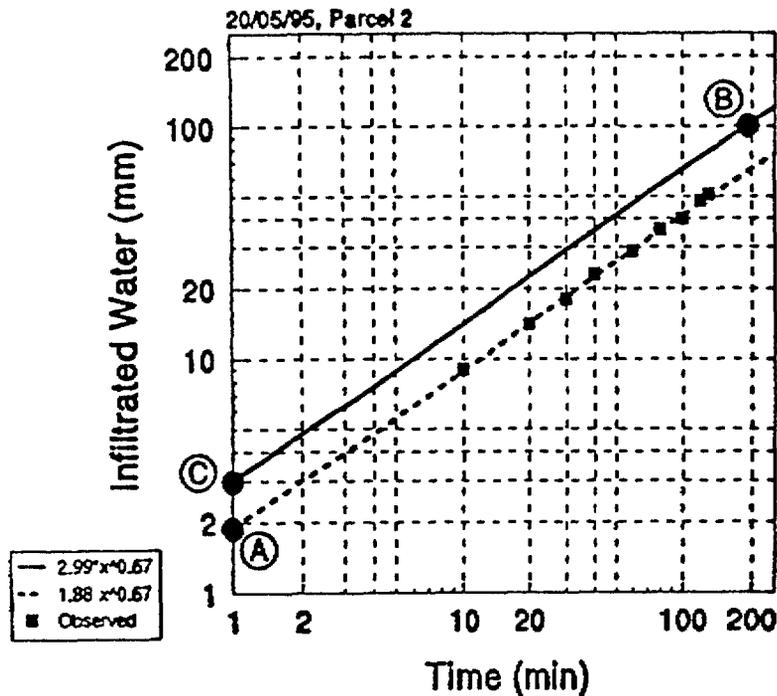


Schéma E 1 – Illustration du tracé logarithmique des données de l'infiltromètre à anneau relatives à l'eau infiltrée et le temps écoulé depuis l'introduction de l'anneau, et l'analyse des données associée. Le "a" empirique dans la fonction puissance auquel il est fait référence dans l'équation ci-dessus, est l'inclinaison de la ligne, dans ce cas "a" = 0,67. Le point A représente "k" pour les données incorrectes de l'anneau. Dans le schéma, "k" représente le volume d'eau infiltré en une minute, dans ce cas, k = 1,88. Le point B représente le "temps final" lorsque 102 mm sont infiltrés, dans ce test 102 mm étaient infiltrés en 190 minutes. Le point C représente le "k" corrigé pour la ligne ajustée, dans ce cas k est égal 2,99 mm/min^{0.67}.

Annexe E (Suite)

Procédure d'analyse des données pour la procédure de collecte de données modifiée.

Le procédé d'analyse des données utilisé pour la procédure modifiée est identique à ce qui est démontré plus haut, mais sans ajustement de la ligne. Concernant cette procédure, l'infiltration cumulative représente une quantité absolue relative à la lecture initiale de la surface de l'eau, prise avant que le sheeting en plastique ne soit enlevé. Par conséquent, si la lecture initiale de la surface de l'eau représente d'une manière appropriée la surface de l'eau actuelle en haut du sol, un ajustement supplémentaire n'est pas requis.

Comme il est noté plus haut, il sera procédé à la comparaison des courbes d'infiltration résultantes décrites par les deux méthodes de collecte de données. Ceci sera fait par le premier ensemble de testes de l'infiltromètre à anneau qui seront conduits lors de la saison de croissance pendant l'hiver. La procédure à adopter sera déterminée en fonction de la conclusion des comparaisons.

Annexe F - Exemple de diagrammes de l'analyse du budget partiel

L'irrigation des sillons et planches inclinés, les tubes à siphons et l'aplanissement du sol contrôlé par laser (suppose que l'inclinaison du terrain la plus appropriée serait utilisée, sans l'aplanissement du sol)

Revenu accru (RA)	Revenu diminué (RD)
Augmentation des rendements en raison de <ul style="list-style-type: none"> ● Uniformité améliorée de l'irrigation ● Diminution des pertes de terrain, occupé par les canaux de distribution et les bordures ● Meilleure utilisation des engrais 	<ul style="list-style-type: none"> ● Perte de terrains cultivables au profit des drains superficiels
Coût diminué (CD)	Coût accru (CA)
<ul style="list-style-type: none"> ● Moins de main d'oeuvre ● Moins d'engrais, Moins de lessivage requis 	<ul style="list-style-type: none"> ● Coût annuel des tubes à siphons ● Coût annuel de l'aplanissement contrôlé par laser ● Coût de l'entretien des drains superficiels

L'irrigation par bassins à niveau, aplanissement et nivellement contrôlés par laser

Revenu accru (RA)	Revenu diminué (RD)
Augmentation des rendements en raison de <ul style="list-style-type: none"> ● Uniformité améliorée de l'irrigation ● Diminution des pertes de terrain cultivable, occupé par les canaux de distribution et les bordures dans les champs ● Meilleure utilisation des engrais 	Diminution des récoltes due à l'érosion du sol élevé dans les terrains fortement aplatis
Coût diminué (CD)	Coût accru (CA)
<ul style="list-style-type: none"> ● Moins de main d'oeuvre ● Moins d'engrais, Moins de lessivage requis 	<ul style="list-style-type: none"> ● Coût annuel des tubes à siphons ● Coût annuel de l'aplanissement contrôlé par laser ● Coût de l'entretien des drains superficiels

$$\text{Revenu net (gain ou perte)} = (RA + CD) - (RD + CA)$$

Les facteurs identifiés dans les tableaux sont des exemples des types de rubriques qui devraient être quantifiées dans les études avec les fermiers collaborateurs du périmètre du Tadla. Le facteur 'impact' est l'impact présumé relatif au système traditionnel d'irrigation de Robta

Appendix G—Glossary

Agent de distribution-(French) Employee of ORMVAT who is charged with delivery of water from a secondary canal to the tertiary canals

Aiguadier-Employee of ORMVAT who is charged with taking water orders, preparing MV1 and MV2 documents and delivery of bons de tour to irrigators. Supervises the agents de distribution and gardes vanne

Barème-(French) The amount of water needed by crop for a weekly rotation, expressed in hours per hectare at a certain head of water. The bareme is developed by ORMVAT on a weekly basis

Bon de tour-(French) A slip of paper given by the aiguadier to each irrigator, for which the irrigator signs, detailing the irrigator's name, the location of the field and the date and time of water delivery and water shutoff.

Garde vanne-(French) ORMVAT employee responsible for the opening and closing of modules at the head of a secondary or primary canal

ORMVAT-(French) Acronym for Office Regionale de la Mise en Valeur Agricole du Tadla, or the Tadla Regional Agricultural Development Office

Oued-(Arabic) river.

Perimetre-(French) Perimeter, irrigated area

Prise-(French) An irrigation delivery turnout to an irrigator's field.

Quaternary-A fourth level earth lined canal, also known as a segua in Arabic, which are served by the tertianes

Segua-(Arabic) Canal, here used to denote the quaternary canals which are served by the tertiary canals

Tadla-The broad relatively flat plain within which can be found the Tadla Irrigation Project.

TOR-A French acronym for Toute Ou Rien, All Or Nothing. A simple slide gate used at the turnout level to deliver water to irrigators. The gate is either open or closed.

Toutes Ou Rien-See TOR immediately above

Vanne-(French) water gate