

-ROYAUME DU MAROC
OFFICE NATIONAL DES IRRIGATIONS

MISSION REGIONALE DE LA

BASSE MOULOUYA

AVANT PROJET
D'AMENAGEMENT ET DE MISE EN VALEUR
DE LA
BASSE MOULOUYA
—

QUATRIEME PARTIE

BASES ET OBJECTIFS DE L'AVANT PROJET

CHAPITRE 6

MODES D'IRRIGATION

Juillet 1964

Le problème de la détermination des modes d'irrigation les plus adaptés à un périmètre donné est essentiel : il consiste, en effet, à trouver les méthodes les plus avantageuses pour mettre l'eau à la disposition des cultures retenues aux divers plans d'assolement, compte tenu de la manière dont ces cultures seront réalisées sur le terrain, et eu égard aux limitations imposées, entre autres, par la topographie, les sols et par l'eau d'irrigation.

De cette détermination découleront des conséquences importantes sur la répartition de l'eau et son rendement, et surtout sur les dispositions à adopter pour la constitution des parcelles élémentaires et, partant, pour l'établissement de réseaux d'adduction d'eau, de colatures et de pistes. Le choix des modes d'irrigation dictera également les modalités à adopter pour certains aménagements des sols, notamment le surfacage en irrigation gravitaire, afin d'assurer une répartition de l'eau convenable

Un mode d'irrigation correctement choisi doit répondre essentiellement aux exigences suivantes :

- 1.- Il doit mettre l'eau à la disposition des plantes cultivées suivant les méthodes appropriées à la nature de chaque culture ;
- 2.- La répartition de l'eau doit pouvoir s'effectuer dans des conditions satisfaisantes de durée, d'uniformité et de rendement;

..../...

- 3.- Le mode d'irrigation choisi devra éviter la dégradation des sols et, autant que possible, limiter la destruction de la structure des sols, déjà en général très instable dans le périmètre ;
- 4.- Il devra également limiter, autant que possible, les dégâts que peut causer l'accumulation des sels apportés par l'eau d'irrigation ;
- 5.- Le mode d'irrigation choisi devra conduire à des aménagements de sols limités et à des dispositions des parcelles élémentaires rationnelles et économiques.
- 6.- Enfin, il devra également permettre d'irriguer commodément, avec le minimum de frais et ne pas constituer un obstacle à la mécanisation future des exploitations.

Nous allons maintenant examiner, à la lumière de ces exigences, les modes d'irrigation traditionnels dans le périmètre et les différentes méthodes modernes à notre disposition.

I.- LES METHODES TRADITIONNELLES

Ce sont essentiellement le bassin et le robta.

A.- Bassins

Les agriculteurs de la région utilisent le bassin essentiellement pour l'irrigation des fourrages, des semis et des pépinières. Ces bassins ont en général des dimensions modestes, et leur irrigation par submersion en eau stagnante ne pose aucun problème.

.../...

Malheureusement cette submersion simple détruit complètement la structure sur les 30 à 40 premiers centimètres du sol, ce qui est inévitable étant donné qu'à chaque irrigation l'eau recouvre tout le sol et que les sols ne sont jamais travaillés entre les irrigations. Ses seuls avantages sont d'empêcher toute forte accumulation de sels en surface, et d'éviter toute érosion.

Il est donc à peu près évident que ce mode d'irrigation devra être absolument écarté, sauf pour le riz pour lequel d'ailleurs aucune autre méthode d'irrigation n'est praticable.

B.- Robtas

Le robta, bien connu dans le périmètre, consiste essentiellement en un bassin, fermé, de dimensions variables suivant la pente du terrain, enfermant 2 à 5 billons et irrigué par remplissage du bassin jusqu'à mi hauteur des billons, d'où parfois le nom de "billons-doubles" donné à cette disposition.

Ce mode d'irrigation, né dans la montagne a été transposé dans la plaine tel quel par les agriculteurs : il présente l'avantage indéniable de s'accomoder de pentes et de micro-reliefs accentués. Mais on peut lui reprocher de faire perdre de la surface cultivée (jusqu'à 20 % environ), de ne permettre de pratiquer que des doses très approximatives, d'où un rendement pour le moins indéterminé de l'irrigation, et de nécessiter un travail considérable pour le maniement de l'eau.

Pour ces différentes raisons, il apparaît comme indispensable d'essayer de supplanter dès que possible ce mode d'irrigation par la raie droite disposée le long de lignes de niveau, par exemple. Cependant, à notre avis, il sera très délicat et même imprudent de supprimer le robta rapidement : on ne fait pas disparaître du jour au lendemain une méthode agricole traditionnelle, sans inconvénient, et pour le faire il faut un encadrement suffisant, sinon l'application de méthodes modernes risque de faire plus de mal que de bien. Il y aurait donc lieu de commencer par améliorer cette méthode traditionnelle en aplatissant et en élargissant les billons, en rétrécissant la largeur des raies et en accentuant la profondeur et la fréquence du travail du sol.

II.- LES METHODES MODERNES

A.- L'aspersion

L'aspersion est certainement, à bien des égards et pour bien des cultures et tout particulièrement les cultures fourragères, la méthode idéale, qui :

n'exige pratiquement aucun nivellement préalable ;

empêche toute accumulation des sels en surface;

détruit peu la structure et évite toute érosion si elle est bien conduite ; pluie fine et débit suffisamment faible pour éviter toute accumulation d'eau ruisselante ;

permet en général des rendements satisfaisants dans la répartition de l'eau.

Dans les zones difficiles comme la plaine du Zebra, où le relief est accentué, où tout nivellement est dangereux, où il faut lutter d'une façon aussi efficace que possible contre une accumulation des sels particulièrement intense (climat aride), où la structure de surface est très instable, où il faudrait pouvoir contrôler le mieux possible les doses d'eau apportées (ceci étant donnés les problèmes posés par le sous-sol), l'aspersion devrait être imposée pour l'irrigation de la plupart des cultures.

Malheureusement, ce procédé d'irrigation est coûteux : achat et entretien de matériels divers, frais de mise en pression élevés (pompages ou distribution par conduite en charge dans certaines zones privilégiées : pour plus de détails nous renvoyons à l'étude de R. ORSINI et A. SCHAAP : "Comparaison économique entre l'irrigation gravitaire et l'aspersion " O.N.I. Basse-Moulouya - Décembre 1963).

.../...

Actuellement, ce mode d'irrigation peut d'ores et déjà être rentable pour des cultures à produit élevé comme les agrumes, par exemple. Il est d'autre part possible que l'aspersion permette un gain de rendement des cultures : pour ces diverses raisons, il nous apparaît comme hautement probable que ce mode d'irrigation constitue la solution de l'avenir, surtout si le prix de l'énergie est abaissé.

Pour le proche avenir, il nous semble plus prudent de se tenir à l'irrigation gravitaire notamment pour des raisons économiques, sauf cas particuliers (sols trop ou trop peu perméables, surfaçage impossible, mise en pression économique) : ce sera le cas pour les secteurs G4 et G4bis du Bou Areg, où nous préconisons la mise en irrigation directe en aspersion à titre d'essai en grand de 825 ha de sols excellents, dont le relief est souvent accentué et où la mise en pression par conduite en charge est relativement économique.

B.- Les méthodes d'irrigation gravitaire

1.- Le calant et la corrugation

Ces deux modes d'irrigation moderne gravitaire par submersion en eau courante s'adaptent particulièrement bien aux cultures fourragères. Ils conduisent à un maniement de l'eau relativement facile si les dispositifs sont correctement exécutés et à un rendement correct de l'irrigation. De surplus, ils permettent d'éviter l'accumulation des sels à la surface du sol, ceci étant vrai surtout pour le calant ordinaire.

Mais ils présentent deux inconvénients graves :

Ils exigent, principalement pour le calant, un surfaçage et surtout un nivellement dans le sens transversal soigné : ce nivellement toujours coûteux, sera difficile à admettre dans certaines zones du périmètre, où les sols ne peuvent supporter sans inconvénients un décapage sensible.

.../...

- presque autant que le bassin, ces méthodes où l'eau couvre toute la surface et qui interdisent des façons culturales nombreuses détruisent la structure, limitant par là l'effet améliorateur des cultures fourragères.

a) Le billon plat

Etant donnés les mauvais résultats donnés par les méthodes précédentes, nous avons commencé, à la Station Expérimentale d'Amélioration des Sols du Zebra, la mise au point d'une nouvelle méthode d'irrigation des cultures fourragères, dite du billon plat, méthode qui semble donner de bons résultats.

Cette méthode est la suivante :

On commence par faire ce que nous appelons des "raies plates" (voir fig. n° IV-6-1) ayant 60 à 90 cm de large (fonction de la perméabilité et de la largeur des roues d'un tracteur : voir plus loin), et d'une longueur à déterminer, fonction de la pente, de la perméabilité, etc... Les raies sont séparées par des bourrelets de terre aussi étroits que possible: (10 cm) et d'une hauteur de 10 - 15 cm! La pente de ces raies doit être assez faible : nous verrons tout à l'heure pourquoi.

Après une pré-irrigation dans les raies, on sème, à la volée ou en ligne, dans les raies. On attend que la culture commence à germer, puis on procède à une deuxième irrigation : il ne faut pas que cette deuxième irrigation provoque une érosion quelconque qui risquerait d'entraîner les semis ; d'où la nécessité d'une pente faible (cependant sur la Station un essai a été réalisé sur une pente moyenne de 1 % : aucune érosion ne s'est produite).

On continue à irriguer de cette façon, dans les raies, jusqu'à ce que les plantes fourragères prennent un développement suffisant, soit pendant deux à quatre mois. On procède alors, après une coupe, à une inversion du profil (voir fig. n° IV-6-2) : à la place des bourrelets sont creusés des sillons qui doivent être étroits et profonds, les irrigations se faisant dorénavant dans ces sillons, l'eau ne devant jamais déborder (*)

(*) pour la luzerne, il semble que la meilleure méthode soit d'effectuer le semis en automne et de ne procéder à l'inversion du profil qu'à la fin de l'hiver.



FIGURE N^o IV-6-1 - RAIES PLATES

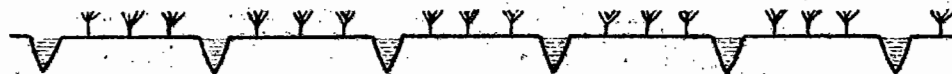


FIGURE N^o IV-6-2 - BILLONS PLATS

La terre du bourrelet et celle provenant du creusement du sillon sont :
réparties uniformément sur l'ancienne "raie plate" qui devient un "billon plat".
Les sillons, qui doivent être recreusés régulièrement, au moins à chaque coupe, pour lutter contre le limonage, doivent avoir au maximum 10-15 cm de large et une profondeur minima de 15 cm.

Evidemment, des expérimentations systématiques devront être réalisées, afin de déterminer les meilleures dispositions à adopter: écartement des billons, débit maximum à admettre dans chaque sillon suivant la pente, etc... Il est probable que le faible périmètre mouillé des sillons imposera des débits et des longueurs de dispositifs faibles pour obtenir des rendements satisfaisants.

L'un des intérêts les plus marquant de cette méthode est de ne nécessiter aucun nivellement important en dehors de quelques réglages. D'ailleurs, à la Station du Zebra, ces réglages ont été exécutés à la main par des ouvriers déjà quelque peu familiarisés avec l'irrigation. Ceci laisse présager des possibilités de laisser l'exécution des nivellements ou surfaçages courants à l'entière charge des agriculteurs, une fois ceux-ci convenablement encadrés et éduqués.

Cette méthode n'évite pas l'accumulation des sels en surface ; elle l'évite cependant au début, au moment de la germination : or, c'est à cette époque qu'elle est la plus dangereuse ; d'autre part, comme nous le pensions, l'accumulation en surface des "billons plats" est beaucoup moins importante que celle qui se produit sur les billons classiques : 1,5 à 3 o/oo au lieu de 3 à 10 o/oo.

Enfin cette méthode réduit au strict minimum l'action directe de l'eau sur le sol, donc la destruction de la structure en surface : sur trois ans de cultures fourragères, l'eau n'est répartie sur toute la surface que pendant deux à quatre mois ; le reste du temps elle est concentrée sur une très faible surface.

Précisons, pour terminer, deux points :

- Nous pensons que c'est une méthode qu'il sera facile de vulgariser, beaucoup plus que le calant ou la corrugation.

- D'autre part, elle permet la mécanisation des travaux agricoles, en particulier celle du fauchage : en cas d'utilisation d'un tracteur, les roues de celui-ci roulent dans les sillons, ceux-ci devant être recreusés par un deuxième passage après le ramassage du foin. Il sera certainement facile de concevoir des petits instruments portés ou tractés destinés à faire les "raies plates" puis les sillons et les "billons plats".

3/ La raie

C'est la méthode moderne applicable à toutes les cultures sarclées plantées en ligne : coton, betterave, canne à sucre, cultures maraîchères etc.. ; elle a été suffisamment étudiée et, actuellement, compte tenu des connaissances rassemblées au CEONI, il est possible, après quelques mesures rapides sur le terrain, de déterminer les principales dispositions à appliquer pour une parcelle donnée.

Rappelons d'abord que c'est une méthode qui peut s'adapter à n'importe quelle pente : il suffit, en terrain difficile, de tracer les raies presque parallèlement aux courbes de niveau, et, si on désire qu'elles restent rectilignes, de limiter leur longueur.

En vue d'obtenir un rendement élevé et de limiter les risques d'érosion, on est amené à conseiller des raies à fond plat, larges et peu profondes (rayon hydraulique faible et périmètre mouillé important et peu variable). Ces dispositions vont évidemment à l'encontre de celles qui nous ont guidé pour les "raies plates", à savoir limiter au maximum le contact eau/sol. Mais s'agissant ici de cultures sarclées on pourra lutter plus facilement contre la dégradation de la structure par un travail du sol plus soigné, ce qui n'était pas possible avec les cultures fourragères.

;.../...

Afin de limiter l'accumulation des sels sur le sommet des billons, il faut donner à ces billons un profil moins accentué, plus plat et les faire aussi larges que possible : 120 à 150 cm de l'axe d'une raie à l'autre ; on peut alors semer deux rangs (betteraves, coton, cultures maraîchères) par billon. Nous ne pensons pas par ailleurs que le procédé d'irrigation une raie sur deux soit bon : il est en effet probable que les sels s'accumuleront sur les flancs de la raie non irriguée ; mais ce procédé, qui exige des billons à profil accentué, ne réduira pas l'accumulation elle-même.

Il faut éviter la pratique suivante, qui semble très généralisée : labour à une profondeur de 10-15 cm, puis constitution des billons à partir de la terre labourée, le fond de la raie correspondant alors à la semelle du labour. Il en résulte que la semelle d'irrigation s'ajoute à la semelle de labour, d'où cette zone compacte, noircie, qui se développe entre 15 - 20 et 30 cm. Il faut donc que les labours soient régulièrement plus profonds (25 cm minima) ; que lorsque l'on enfouit de la matière organique, la profondeur du travail soit encore plus grande (35 - 40 cm) ; que des griffages encore plus profonds (40 - 50 cm) soient exécutés très régulièrement.

III.- LES DISPOSITIONS A RETENIR

Après avoir passé en revue les différents modes d'irrigation, nous allons essayer d'opérer des choix et de dégager les éléments qui en découleront et qui nous serviront dans la suite du présent avant-projet.

Il est évident, de prime abord, que les dispositifs choisis doivent s'intégrer dans un ensemble correspondant à la parcelle élémentaire irriguée. Les nécessités de la grande culture irriguée moderne font que l'on est conduit à adopter la division des propriétés en soles disposées rationnellement suivant les trames bien connues (Trame A ou B) ; sur ces soles vont se succéder des cultures diverses (fourrages et cultures en ligne principalement), suivant un plan d'assolement bien défini. Comme

.../...

d'autre part il faut fixer ces soles sur le terrain (arroseurs stabilisés, pistes...), on voit que chaque sole devra pouvoir être irriguée successivement suivant des modes différents (par ex : calants de luzerne, puis après 2 à 3 ans, raies avec cultures sarclées). On devra donc choisir des longueurs de dispositifs conduisant à des rendements les plus élevés possibles dans toutes les éventualités.

Notons, à cet égard, que les dispositions (ou paramètres) optimum présentent une certaine plasticité, surtout pour les raies, et que le choix sera relativement aisé, en général.

En vue d'aboutir à des réseaux de distribution économiques, il convient également de choisir les débits en tête de dispositif les plus élevés possibles (avec une marge en deça de la limite érosive raisonnable), ceci conduisant, en général, à des dispositifs longs.

La recherche de dispositifs longs et le souci du rendement maximum de l'application de l'eau rend nécessaire un surfaçage généralisé^{de}/presque toutes les terres, surtout tant que la raie plate n'aura pas été mise au point et supplanté le calant par les cultures fourragères. En dehors des méthodes consistant à faire exécuter les surfaçages par les exploitants eux-mêmes, il apparait actuellement que la méthode de surfaçage dite "touches de piano" de M. ARRIGHI DE CASANOVA est parfaitement praticable, encore que son prix de revient soit actuellement plutôt élevé dans la Basse Moulouya : elle conduit en effet à des décapages très modérés (10 - 15 cm max).

Ajoutons ici une remarque à propos des variations de pente de dispositifs tolérées dans cette méthode des "touches de piano" : si le calant s'accommode de variations de pente importantes, il n'en est pas forcément de même pour la raie. En effet, l'absorption de l'eau se fait sur le périmètre mouillé de la raie : or celui-ci varie notablement suivant la pente ; il s'ensuit que des variations de pente trop importantes doivent conduire à une répartition plus irrégulière, partant, à un rendement de l'irrigation moins élevé. Ici encore, il semble que la raie à fond plat pourra amortir dans une certaine mesure l'acuité de ce phénomène.

.../...

A.- L'irrigation courante gravitaire

Il apparait actuellement raisonnable de retenir pour l'irrigation gravitaire courante en grande culture, la dualité : calant (ou corrugation)- raie, du moins tant que la raie plate n'aura pas été mise au point.

Les dispositifs d'irrigation seront orientés dans le sens de la plus grande pente de terrain, si celle-ci est inférieure à 1 %. Au-delà de 1 à 1,5 % il faudra les orienter dans le sens des lignes de niveau, la pente optimale se situant alors entre 3 et 8 ‰.

Pour les zones à forte pente (supérieure à 3 à 4 ‰), il faudra recourir à la rigole de débordement, ou raze, pour l'irrigation des fourrages, la raie parallèle aux courbes de niveau convenant à l'irrigation des arbres. Notons qu'un système de razes a été mis au point par le service de la mise en Valeur à Schouyahia, qui fonctionne parfaitement pour l'irrigation de prairies artificielles à graminées + légumineuses, la pente du terrain étant de l'ordre de 5 ‰.

Voyons maintenant quelques modes d'irrigation applicables à certains cas particuliers.

B/ L'irrigation des céréales et des cultures fourragères demandant peu d'eau

Ces cultures demandant peu d'eau, il ne peut y avoir de destruction considérable de la structure, quel que soit le mode d'irrigation adopté. On peut en particulier très bien maintenir le procédé actuel, qui est une submersion à partir de rigoles espacées de quelques mètres, ces rigoles étant orientées suivant la plus grande pente si celle-ci est faible, en sens perpendiculaire si cette pente devient importante (l'espacement des rigoles ne doit pas être trop grand sur les pentes fortes : on risquerait une érosion par l'eau qui déborde).

.../...

C/ L'irrigation des arbres

Il semble que le meilleur système soit celui des raies tracées parallèlement à la ligne d'arbres, de chaque côté de celle-ci (1, 2 ou 3 raies de chaque côté suivant l'âge des arbres). Si la pente est forte, ces raies devront bien entendu être tracées parallèlement aux courbes de niveau!

Dans le cas des vergers avec cultures intercalaires, ce qui n'est pas à conseiller, il faut établir une ou deux raies concentriques autour de chaque arbre.

Ce qu'il faut avant tout éviter c'est l'irrigation par cuvette et le contact direct de l'eau avec le collet des arbres.

D/ Les irrigations de dessalage

Pour les cultures fourragères qui doivent durer trois ans, il ne sera probablement pas possible d'attendre, au moins dans la plaine du Zebra où le climat est très aride, la fin de la culture pour procéder au dessalage. Une irrigation de dessalage sera nécessaire en cours de culture ; elle devra être précédée d'un fauchage et d'un griffage de la surface qui facilitera la pénétration de l'eau ; elle devra être suivie d'un nouveau griffage qui reconstituera un peu la structure et limitera l'évaporation. En cas d'irrigation par bassin, calant ou aspersion cette irrigation de dessalage ne posera pas de problème : il suffira d'augmenter la dose. En cas d'irrigation par la méthode des billons plats" que nous proposons, il suffira, par augmentation du débit et en barrant les sillons de faire déborder l'eau sur les "billons plats".

Quand l'irrigation de dessalage est faite en fin de culture, quelle que soit cette culture, nous pensons qu'il sera possible de suivre la méthode suivante :

.../...

- 1^o) Labour
- 2^o) Travail superficiel du sol.
- 3^o) Constitution de "raies plates" à très faibles pentes le long des courbes de niveau (raies de 100 cm de large).
- 4^o) Irrigation de dessalage dans ces raies plates.
- 5^o) Binage profond (avec suppression des bourrelets séparant les raies plates) dès que le sol s'est un peu ressuyé.

Bien entendu, si l'irrigation par aspersion est généralisée, les irrigations de dessalage seront à faire par cette méthode, après labour et travail superficiel du sol et avec un binage profond dès l'irrigation terminée et le sol suffisamment ressuyé.

E/ L'irrigation du riz

La culture du riz, préconisée pour le début de la mise en valeur de la plaine côtière de Saïdia, en rive droite, comme il a été dit au chap. 2 de la IV^e partie, est trop connue pour que nous y revenions. Notons seulement que les dimensions des casiers d'irrigation dépendront essentiellement des variations du niveau du terrain, car on ne peut tolérer trop de dénivellation entre les extrémités d'un casier (max. 0,05 m).

L'irrigation en casiers clos par submersion simple, si elle permet un dessalement effectif des terres, détruit complètement la structure : c'est dire qu'en fin de culture il faudra régénérer cette structure par un travail approprié du sol, beaucoup d'amendements organiques (fumier) et par l'introduction de cultures fourragères.

.../...

IV.- LES DOSES D'IRRIGATION

Dans le choix des paramètres optimum de l'irrigation intervient entre autre la valeur de la dose d'arrosage, sur laquelle nous allons donner quelques indications qui permettront de fixer des ordres de grandeur.

Les doses d'irrigation dépendent essentiellement des caractéristiques du sol en tant que réservoir d'eau mis à la disposition des plantes et de la profondeur de l'enracinement des plantes .

Diverses mesures effectuées dans le périmètre permettent de situer la capacité de rétention entre 18 à 25 % pour les sols bruns et entre 20 et 30 % pour les sols châtaîns de la rive droite. Quant à la capacité au point de flétrissement, on peut admettre qu'elle vaut les 45 % de la capacité de rétention.

Pour ce qui est de l'enracinement des végétaux cultivés, il résulte d'études diverses effectuées récemment aux Etats Unis que la répartition du pourcentage des racines dans le sol est directement liée à la faculté de la plante de mobiliser l'eau contenue dans la tranche de sol correspondante. Voici un tableau donnant une répartition "standard" dans un sol qui est au stade où la culture nécessite une nouvelle irrigation

TABLEAU IV-6-1

Niveau relatif prospecté par les racines	% de l'eau extraite	% de la capacité utile
1er 1/4 supérieur	40	80
2ème 1/4	30	60
3ème 1/4	20	40
4ème 1/4	10	20

Moyenne : 50 %
 .../...

On voit sur ce tableau que le degré d'assèchement des différentes couches du sol n'est pas le même dans tout le profil, et que la valeur moyenne de la capacité utilisée du réservoir-sol se trouve vers la moitié de la capacité totale disponible dans la zone prospectée par les racines.

En admettant que la dose maxima corresponde donc à 50 % de la capacité utile disponible dans le profil qui vaut 0,55 de la capacité de rétention, on aboutit à la formule suivante :

$$\text{dose} = 0,5 (Cr - Cf) \cdot d \cdot h = 0,275 Cr \cdot d \cdot h.$$

avec d = densité sèche du sol - h = profondeur totale prospectée.

L'application de cette formule à divers sols du périmètre permet de dresser le tableau suivant :

TABLEAU IV-6-2

DOSES D'IRRIGATION
(m³/ha)

Nature du sol	Profondeur h en mètre			
	1,50	1,20	0,90	0,60
Sols châtains	1350	1100	800	600
Sols bruns	1250	1000	750	500
Sols jeunes	1000	850	650	450
Sols lourds	1500	1200	900	700

On peut finalement admettre les doses-types suivantes :

- 1.- Sols profonds, cultures à enracinement
profond (coton, luzerne, arbres...)..... 800 à 1300 m³/ha

.../...

2.- Sols profonds, cultures à faible enraci- nement (haricot, pomme de terre...) et sols peu profonds, toutes cultures.....	<u>500 à 850 m³/ha</u>
3.- Sols lourds.....	<u>1000 à 1500 m³/ha</u>

*

*

*

B I B L I O G R A P H I E

RUELLAN A

:" Note sur les méthodes d'irrigation" ONI, Juin
1962 - 10 p. ronéo

RUELLAN A.

: "La plaine du Zebra : étude pédologique" ONI,
1963- 400 p. ronéo ; cartes au 1/20.000^e.

RUELLAN A.

: "Les sols salés et alcalinisés en profondeur de la
Plaine du Zebra (Basse Foulouya ; Maroc) :
premiers résultats d'une expérimentation destinée
à étudier leur amélioration et leur évolution
sous irrigation" Communication au 8^e congrés
Intern. de la Sc² du Sol ; Sept. 1964.