

Pédo

OFFICE NATIONAL DES IRRIGATIONS
PERIMETRE DE LA BASSE MOULOUYA
MISSION D'ETUDES GENERALES
SERVICE DE PEDOLOGIE

NOTE
sur
LES METHODES D'IRRIGATION

par A. RUELLAN

Pédologue ORSTOM

Juin 1962

Cette note ne concerne que le Périmètre de la Basse Moulouya, et plus particulièrement la plaine du Zebra.

Rappelons d'abord un certain nombre de points.

I^o) Le nivellement : tout nivellement entraîne une perte de fertilité par destruction de la partie humifère et vivante du sol ; il provoque donc une perte de temps et une perte d'argent, ceci sans compter le prix énorme qu'il coûte. Le nivellement ne doit donc être fait que si vraiment il est prouvé que certaines cultures irriguées l'exigent : nous essayerons dans cette note de prouver justement que le nivellement n'est jamais indispensable.

Admettons cependant provisoirement que ce nivellement soit indispensable pour certaines cultures (cultures fourragères) : il faut alors préciser que dans l'ensemble du Périmètre de la Basse Moulouya, vu les types de sols qui présentent presque toujours à faible profondeur un horizon d'accumulation d'argile et surtout de calcaire, ce nivellement ne devra jamais entraîner

ORSTOM.
Collection de Référence

no B-1281 ex 1.../...

un décapage supérieur à 20 cm ; on peut en effet admettre que l'on peut assez rapidement (une dizaine d'années) recréer l'horizon superficiel d'un sol par des cultures fourragères et l'apport massif de fumier et d'engrais ; mais il est erroné de croire que l'on peut refaire rapidement un sol correct à partir d'un sous-sol fortement argileux et surtout très calcaire. Dans le périmètre de la Basse Moulouya, seuls quelques sols châtains très profonds de la plaine des Triffa, les sols sableux des basses terrasses de la Moulouya, les sols bruns-steppiques ou jeunes alluviaux des fonds de vallées, pourraient être nivelés à plus de 20 cm de profondeur ; or se sont soit des sols qui n'ont pas besoin de nivellement car ils sont déjà très plats, soit des sols couvrant de très faibles surfaces en bandes étroites et très allongées. Par contre les sols qui ne pourront jamais recevoir un nivellement quelconque, en dehors des réglages qui n'affectent que 5 - 10 cm de terre, sont très fréquents; ce sont d'une part tous les sols peu épais (moins de 50 cm) sur encroûtement, croûte tendre peu épaisse ou croûte dure très épaisse ; d'autre part une grande partie des sols profonds de la plaine du Zebra, tous ceux qui sont salés et alcalisés en profondeur (leur nivellement ne sera possible que si on résoud complètement les problèmes posés par cette salure et alcalisation) ; or ce sont justement sur ces sols que l'on devra faire la plus grande partie des cultures fourragères du périmètre de la Basse Moulouya (sur ces sols les cultures fourragères devront revenir plus souvent, du moins au début, pendant la période d'amélioration des sols, que sur les sols profonds non salés et non alcalisés). Il est donc indispensable que soit mise au point rapidement une méthode permettant d'irriguer des cultures fourragères sur des pentes qui sont le plus souvent de 1 à 3 %, ceci sans aucun nivellement préalable.

2^o) L'eau de la Moulouya : il ne faut pas oublier qu'elle est salée; c'est une salure faible mais suffisante pour créer des ennuis. Cette salure varie de 0,5 gr/litre en hiver, à 0,8 gr/litre en été, et 1,1 gr /litre en automne quand les pluies commencent. Une fois déterminé le barrage de Mechra Klila, compte tenu des évaporations, sur les lacs et dans les canaux, on peut estimer que la salure moyenne sera de 0,7 à 0,8 gr/litre D'après les normes américaines de Riverside, il s'agit donc d'une eau fortement salée : pour éviter une salinisation progressive du sol, il faudrait, si on désire cultiver des plantes sensibles aux sels, augmenter les doses d'irrigation de 20 à 40 %, ceci pour lessiver les sels accumulés entre chaque irrigation ; pour des cultures moins sensibles aux sels (coton, betterave, luzerne) 10 à 20 % suffiraient.

Ces normes américaines sont certainement légèrement exagérées. Cependant l'observation de ce qui se passe actuellement dans la plaine des Triffa et sur la Station Expérimentale de la Plaine du Zebra, indique que des mesures doivent être prises, pour éviter une salinisation rapide des sols. Dans la plaine des Triffa, après deux années de cultures irriguées en billons (coton), la salure des sols est la suivante : 3 à 6 o/oo sur le sommet du billon ; 2 à 3,5 o/oo à 10 - 15 cm de profondeur ; 1 à 2 o/oo jusqu'à 60 cm de profondeur ; 0,8 à 1,5 o/oo en dessous. Sous calant (luzerne), la salure est de 0,8 à 1,2 o/oo en surface ; 1 à 2 o/oo jusqu'à 60 cm ; 0,8 à 1 o/oo en dessous. Dans la plaine du Zebra, sous calant, avec des doses d'irrigation très fortes assurant un lessivage à chaque irrigation, la salure se maintient, après deux années d'irrigation, à 1,5 - 2 o/oo en surface, 1 o/oo en profondeur. En culture billonnée (coton et betterave), avec des doses d'irrigation moins fortes mais assurant malgré tout un drainage à chaque irrigation, sur un sol non salé avant irrigation (10/oo), après 6 mois d'irrigation d'été (coton) ou d'hiver (betterave), la salure est de 3 à 10 o/oo sur le sommet du billon ; elle est de 1 à 3 o/oo à 10 - 15 cm de profondeur ; elle est de 1 à 2 o/oo au dessous.

Pour éviter cette salinisation très rapide des sols il y a deux méthodes :

- augmenter les doses d'irrigation à chaque irrigation afin d'assurer un drainage qui doit lessiver les sels apportés par l'irrigation précédente ; l'augmentation nécessaire est proportionnelle à la salure de l'eau d'irrigation et dépend de la sensibilité à la salure de la plante cultivée (voir plus haut) ;
- effectuer un lessivage seulement une fois par an ou même seulement une fois tous les deux ans.

Nous pensons que c'est la deuxième méthode qui doit être utilisée. En effet, la première méthode a deux inconvénients majeurs :

- elle exige beaucoup d'eau ; elle entraîne donc une réduction importante des surfaces irrigables

- elle n'empêche absolument pas l'accumulation des sels sur le sommet des billons ; or nous avons vu que c'est cette accumulation qui est la plus forte : c'est elle qui, si elle n'est pas éliminée régulièrement, provoque une salinisation rapide des 20 - 30 premiers centimètres du sol, salinisation très dangereuse étant donné son action sur la germination de la plupart des plantes, même celles résistantes à une certaine salure à l'âge adulte.

Sous calant, ce deuxième inconvénient n'existe naturellement pas.

C'est donc la méthode du lessivage annuel ou tous les deux ans qui doit à notre avis, être adoptée. Cette méthode n'est cependant pas sans inconvénients : elle interdira des cultures sensibles aux sels qui ne pourraient supporter une augmentation progressive de la salure qui atteindra probablement, juste avant le dessalage, des chiffres de 2 à 3 o/oo sur les 30 à 40 premiers centimètres du sol.

Nous reparlerons plus loin de la méthode d'irrigation qu'il faudra utiliser pour faire ce lessivage.

En ce qui concerne la fréquence, nous pensons que sous un climat très évaporant comme celui de la plaine du Zebra (très chaud, très sec, très venté), le lessivage devra avoir lieu une fois par an. Dans les autres périmètres (Triffa, Boarg, Gareb), un lessivage tous les deux ans sera peut être suffisant : ce sera à vérifier. Ces lessivages devront, bien entendu, avoir lieu en dehors des périodes de pointe de consommation en eau, c'est à dire en dehors de l'été.

En ce qui concerne la quantité d'eau qui sera nécessaire pour effectuer ces lessivages, seule l'expérience pourra nous renseigner ; nous pensons que 2 000 à 3 000 m³/hectare suffiront amplement.

3^o) La stabilité structurale : tous les sols ont une stabilité structurale de surface très faible. Ce sont donc des sols très sensibles à l'action directe de l'eau. L'observation des sols de la plaine des Triffa après quelques années d'irrigation est pleine d'enseignements : il y a d'une part destruction à peu près complète de la structure sur les 30 premiers centimètres, d'autre part compactage et diminution de la porosité sur une dizaine de centimètres entre 20 et 30 cm de profondeur ; ce compactage s'accompagne presque toujours d'un noircissement (tassification). Pour lutter contre cette dégradation de la structure, il faut :

- apporter de la matière organique ;
- développer les cultures fourragères à enracinement fasciculé (graminées)
- intensifier les façons culturales : labours profonds plus fréquents

(il faudrait un labour à 30 - 35 cm tous les deux ans, ou plutôt, comme le suggère MAHLER, des griffages profonds) ; binages beaucoup plus fréquents, si possible, tant que l'on peut entrer dans les cultures, après chaque irrigation, une fois le sol ressuyé mais non encore complètement sec et durci.

- et surtout il faut modifier les méthodes d'irrigation dans le sens de la réduction au strict minimum du contact direct en surface de l'eau d'irrigation avec la terre.

o o
o

Voyons maintenant, les unes après les autres, les méthodes d'irrigation avec leurs avantages et leurs inconvénients pour les sols

A.- L'irrigation des cultures fourragères

Trois méthodes peuvent être utilisées :

- le bassin
- le calant et la corrugation
- l'aspersion

a) le bassin : c'est la méthode traditionnelle. Il faut absolument la proscrire : elle détruit complètement la structure sur les 30 - 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. Son seul avantage est d'empêcher toute forte accumulation de sels en surface.

b) le calant : cette méthode a la même avantage que la précédente au point de vue salinisation, avantage déjà réduit dans le cas de la corrugation. Les inconvénients du calant et de la corrugation sont graves :

- ce sont des méthodes qui demandent, dès que le relief est un peu accentué, ce qui est extrêmement fréquent dans le périmètre de la Basse Moulouya, des travaux de nivellement importants : nivellement précis (moins pour la corrugation) donc coûteux, exigeant un entretien permanent ; nivellement que nous déconseillons absolument sur la plupart des sols du périmètre de la Basse Moulouya

- ce sont des méthodes très destructrices de la structure superficielle étant donné que toute la surface est couverte d'eau et que l'on effectue très peu de travaux superficiels du sol.

Nous pensons donc que calant et corrugation sont deux méthodes aussi dangereuses que le bassin : nous déconseillons absolument leur utilisation .

c) L'aspersion : c'est certainement la méthode idéale, n'exigeant aucun nivellement, empêchant l'accumulation des sels en surface, détruisant peu la structure si elle est bien conduite, (pluie fine ; débit suffisamment faible pour éviter toute accumulation d'eau en surface). Son seul inconvénient est d'être coûteuse : achat et entretien du matériel, frais de pompage. Mais c'est un point qu'il est indispensable d'étudier de très près. Quant à l'objection des difficultés qu'il y aurait à introduire l'aspersion chez les fellahs, nous pensons qu'elle n'est pas très valable : le calant, sera, à notre avis, tout aussi difficile, sinon plus, à vulgariser.

Nous avons, sur la Station Expérimentale de la plaine du Zebra, commencé la mise au point d'une 4^e méthode d'irrigation des cultures fourragères, méthode par gravité qui évite tous les inconvénients du bassin, calant ou corrugation. Cette méthode est la suivante : on commence par faire ce que nous appellerons des " raies plates " (voir figure n^o I) ayant 70 à 100 cm de large (fonction de la perméabilité et de la largeur des roues d'un tracteur), et une longueur, à calculer, fonction de la pente, de la perméabilité, de la taille des propriétés, etc... nous pensons que cette longueur peut être de 100 à 150 m. 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 faible (nous verrons tout à l'heure pourquoi) : elles doivent donc être tracées presque parallèlement aux courbes de niveau.

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 la deuxième irrigation ; il ne faut pas que cette 2^{ème} irrigation provoque une érosion quelconque qui risquerait d'entraîner les semis ; d'où la nécessité d'une pente faible (cependant sur la Station, l'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 (sur la station il s'agit de luzerne) prennent un développement suffisant, soit pendant un ou deux mois. On procède alors, après une coupe, à une inversion du profil (Fig. n° 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. La terre du bourrelet et celle provenant du creusement du sillon sont répartis uniformément sur l'ancienne "raie plate" qui devient un "billon plat". Les sillons doivent avoir au maximum 10 - 15 cm de large et une profondeur minimum de 15 cm : cela fait un rayon hydraulique assez faible, d'où la nécessité d'une pente faible, d'un débit en tête assez faible et d'une longueur assez grande des sillons ; ce sont des caractères, comme pour l'écartement des sillons (donc la largeur des raies plates au départ) qui devront être calculées à l'aide d'une expérimentation sur le terrain sur les principaux types de sol (S.E.H.A.).

Cette méthode ne nécessite donc strictement aucun nivellement (en dehors des réglages bien sûr) ; elle est applicable à n'importe quelle pente, à condition de tracer les "raies plates" puis les sillons presque parallèlement aux courbes de niveau. 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 un à deux mois ; le reste du temps elle est concentrée sur une très faible surface.



FIGURE N°1. Raies plates.

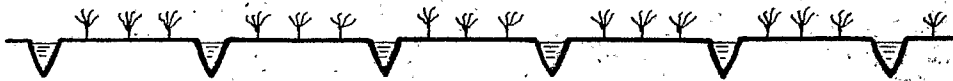


FIGURE N°2. Billons plats.

Précisons, pour terminer, deux points :

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

- 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 pouvant être immédiatement recreusés, pendant le fauchage, par un instrument porté par le tracteur lui même) ; et il sera certainement facile de concevoir des petits instruments portés ou tracés destinés à faire les "raies plates" puis les sillons et les "billons plats".

Rappelons que c'est une méthode que nous expérimentons sur la Station du Zebra depuis presque un an ; elle donne d'excellents résultats.

B.- L'irrigation à la raie

Cette méthode d'irrigation, qui peut être utilisée pour toutes les cultures autres que les cultures fourragères, les céréales et les arbres, exige certaines précautions afin de limiter ses inconvénients.

1^o) Rappelons d'abord que c'est une méthode qui peut s'adapter à n'importe quelle pente : il suffit de tracer les raies presque parallèlement aux courbes de niveau.

2^o) 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 130 cm de l'axe d'une raie à l'autre ; on peut alors semer deux rangs (betterave, coton, cultures maraichères) par billon. Nous ne pensons pas que le procédé d'irrigation une raie sur deux soit bon : il est en effet probable, comme l'écrit MAHLER 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.

3^o) Il faut réduire le plus possible la largeur des raies, donc les faire plus profondes, ceci toujours pour la même raison de limitation du contact direct terre - eau.

4^o) Il faut éviter le système suivant qui semble très généralisé : labour à une profondeur de 10 - 15 cm, puis constitution des billons à partir de la terre labourée, le fond de la raie correspondant à la semelle de labour.

Il en résulte que la semelle d'irrigation s'ajoute à la semelle de labour, d'où cette zone compacte qui se développe entre 15 - 20 et 30 cm. Il faut donc que les labours soient très nettement plus profonds (25 cm minimum) et il faudrait abandonner la charrue à disque ; d'autre part, il faut que soit effectué, par exemple une fois pour les deux ans, un travail encore plus profond (griffage). Enfin, rappelons la nécessité des binages fréquents dans les raies.

En ce qui concerne la méthode d'irrigation traditionnelle du bassin billonné (robta), nous pensons qu'il faut essayer de la faire disparaître étant données les pertes de surface qu'elle entraîne. Sa facilité d'adaptation au micro-relief et aux pentes accentuées n'est pas un argument suffisant pour plaider son utilité : la raie tracée le long des courbes de niveaux s'adapte tout aussi bien à un relief difficile. Il sera bien sûr très délicat de la supprimer rapidement : on ne fait pas disparaître du jour au lendemain une méthode agricole traditionnelle. Il y aura donc lieu de commencer par l'améliorer en aplatissant et élargissant les billons, en rétrécissant la largeur des raies, en accentuant la profondeur et la fréquence du travail du sol.

C.- L'irrigation des céréales

L'irrigation idéale serait l'aspersion.

Cependant les céréales demandant peu d'eau, il ne peut pas y avoir beaucoup de destruction de la structure quelque soit la méthode utilisée. Nous pensons donc que la meilleure méthode est celle des sillons tracés presque parallèlement aux courbes de niveau, sillons à pente très faible que l'on fait déborder. C'est une méthode qui peut convenir à toutes les pentes. L'écartement des sillons est à étudier (2 à 3 mètres ?) (cet écartement ne doit pas être trop grand sur les pentes fortes : on risquerait une érosion par l'eau qui déborde).

D.- L'irrigation des arbres

Notons seulement qu'il faut proscrire l'irrigation en cuvette au pied des arbres. S'il s'agit d'un verger sans culture intercalaire, nous conseillons de faire, au fur et à mesure du développement des arbres, une puis deux, puis trois, puis quatre raies concentriques autour de chaque arbre,

l'écartement entre chaque raie devant être de l'ordre d'un mètre ; ceci permettra un bon enracinement des arbres. S'il s'agit d'un verger avec cultures intercalaires irriguées, une seule raie concentrique autour de chaque arbre est suffisante.

E.- Les irrigations de dessalage

Pour les cultures fourragères qui doivent durer trois ans, il ne sera probablement pas possible d'attendre, du 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 barraant 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 à 25 cm
- 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./.