



**HAL**  
open science

# Aspects physiques de l'irrigation localisée et efficience de l'eau

B. Cabibel, O. de Villele, P. Dauplé

► **To cite this version:**

B. Cabibel, O. de Villele, P. Dauplé. Aspects physiques de l'irrigation localisée et efficience de l'eau. Séminaire, Nov 1979, Bologne, Italie. hal-02784533

**HAL Id: hal-02784533**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02784533>**

Submitted on 4 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

48

AH de Cockburn

Commission des Communautés Européennes  
Direction générale de l'Agriculture  
Division « Coordination  
de la Recherche Agronomique »

Comité permanent de la Recherche Agricole  
Commission du Programme Agrimed  
Groupe « Agriculture en terres irriguées »  
Sous-groupe « Irrigation localisée »

## SEMINAIRES SUR L'IRRIGATION LOCALISEE

I.

*Mouvement de l'eau et des sels en fonction  
des caractéristiques des sols soumis  
à l'irrigation localisée*

II.

*Efficacité des apports d'eau par l'irrigation localisée  
en fonction des modalités d'application*

PAR L'INSTITUT D'AGRONOMIE DE L'UNIVERSITÉ DE BOLOGNE

BOLOGNE (ITALIE) 6/9 NOVEMBRE 1979

## ASPECTS PHYSIQUES DE L'IRRIGATION LOCALISEE ET EFFICIENCE DE L'EAU

*Cabibel B. - De Villele O. - Dauple P. \**

### 1. INTRODUCTION

Parallèlement à des techniques d'irrigation telles que l'aspersion en couverture totale ou par arroseurs géants, c'est développée en France, ces dernières années et sur des surfaces déjà importantes, l'irrigation en goutte-à-goutte, son développement s'étant principalement opéré en verger, en maraichage de plein champ et sous serre. Cette dénomination d'irrigation goutte-à-goutte recouvrait dans le passé des réalités fort diverses quant à la localisation d'apport de l'eau et sa continuité dans le temps. Aujourd'hui ce mode d'apport d'eau tend à devenir une technique d'irrigation localisée continue et fertilisante permettant d'assurer à la plante une disponibilité élevée et permanente en eau et en éléments nutritifs. De plus semblant susceptible de conduire à des économies d'eau parfois substantielles, l'irrigation localisée apparaît comme pouvant accroître l'efficacité de l'eau consommée.

Or la mise en oeuvre de cette technique n'a pas été toujours couronnée du succès escompté du fait d'une mise en oeuvre sans étude agronomique préalablement suffisante, cette technique d'irrigation posant en des termes nouveaux les problèmes d'optimisation du fonctionnement du système « distributeur d'eau-sol-plante-atmosphère », notamment au niveau:

- 1 - du fonctionnement des zones de sol mouillées et fertilisées créées.
- 2 - du fonctionnement hydrique du végétal dans les conditions très particulières d'une disponibilité élevée, localisée et continue de l'eau et des sels.
- 3 - de l'évaluation des conditions microclimatiques liées à la mise en oeuvre de cette technique de culture auxquelles pourrait être liée une éventuelle économie d'eau ou une amélioration de son efficacité.

\* I.N.R.A. Montfavet - Chargé de recherche. St. Sciences du sol Montfavet; Ingénieur St. de Bioclimatologie Montfavet; Ingénieur S.E.T.



Dans l'étude qui suit nous rendons compte des différences de comportement du système sol-plante-atmosphère en fonction du type de l'irrigation, une plante maraîchère, l'aubergine, étant choisie comme plante test.

## 2. MATERIEL ET METHODE

*Le sol:* Le sol étudié est un sol d'alluvions limonoargileuses calcaires dont les caractéristiques physicochimiques sont données au tableau 1. La teneur en eau à la capacité au champ, déterminée in situ par mesure neutronique, après ressuyage du sol soumis préalablement à un épisode pluvieux important, est trouvée égale pour l'horizon 0-50 cm à  $0,36 \text{ cm}^3$  d'eau/ $\text{cm}^3$  de sol, la teneur à saturation étant de  $0,44 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ . La relation pF - teneur en eau, déterminée au laboratoire sur échantillons remaniés et portés à une densité sèche apparente de 1.52 est donnée en figure 1. La conductivité saturée déterminée dans les mêmes conditions de densité est égale à  $3.10^{-2} \text{ cm/heure}$ .

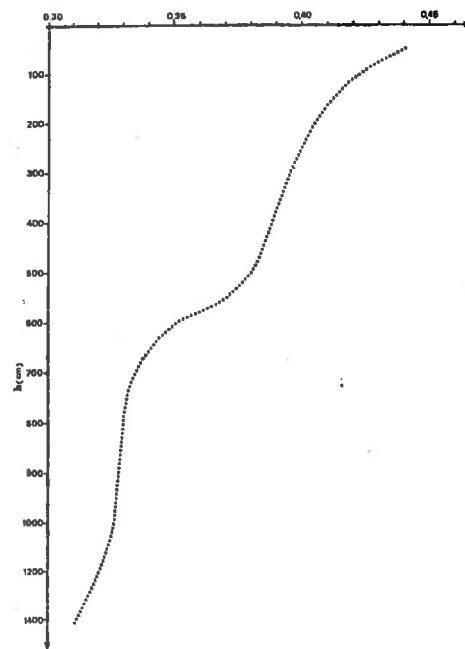


Fig. 1 - h(θ)

Les profils de densité effectués in situ lors de la mise en place des tubes de sonde à neutron ont relevé une discontinuité structurale caractérisée par une couche de sol compactée dans l'horizon 45-50 cm.

TAB. 1 - Caractéristiques physiques et chimiques du sol

Param. Profondeur	Argile/% 0-2 µ		Limon %		Sable %		M.O. %	C %	N %	pH(eau)	Calcaire actif %	
	2-20 µ	20-50 µ	20-50 µ	50-200 µ	200-2000 µ	Total					Active	
0-30 cm	35.0	40.5	11.5	9.8	3.2	3.04	15.2	1.75	8.1	35.3	13.5	
30-50 cm	38.9	41.3	10.9	7.7	2.2	2.04	10.2	1.49	8.1	34.1	15.0	
50-100 cm	39.7	50.1	6.3	3.0	0.9	1.38	6.9	1.10	8.3	35.8	18.0	
100-130 cm	26.9	30.9	11.7	19.7	8.3	0.94	4.7	0.77	8.2	31.0		
130-170 cm	35.6	27.7	9.3	17.6	9.0	0.98	4.9	0.81	8.2	28.7		
170-190 cm	14.8	22.1	22.5	33.9	6.7	0.50	2.5	0.90	8.4	44.5		

Profondeur	meq. for 100 g de sol at pH 7.0										Ca/M	S/T x 100
	T	Ca	M	K	Na	S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	C/M	S/T	S > T		
0-30 cm	12.0	33.1	1.52	0.46	0.05	40.1	0.22	25	S > T			
30-50 cm	11.6	39.1	1.81	0.27	0.08	41.3	0.06	22	S > T			
50-100 cm	9.9	38.9	1.84	0.15	0.11	41.0	0.01	21	S > T			
100-130 cm	9.0	38.7	1.70	0.27	0.09	40.8		23	S > T			
130-170 cm	11.7	38.9	1.97	0.35	0.11	41.3		20	S > T			
170-190 cm	5.9	32.6	0.97	0.07	0.06	33.7		34	S > T			



**La culture:** L'aubergine a été choisie, cette espèce maraichère présentant une grande sensibilité aux erreurs d'arrosage, une période de culture s'étendant sur toute la saison sèche en climat méditerranéen, à savoir de Mai à Octobre, un développement végétatif tel que quelques semaines après plantation il y a couverture totale du sol par la culture.

**Modalités d'apport d'eau**

**Techniques d'irrigation:** L'irrigation goutte-à-goutte est comparée à deux variantes de l'irrigation à la raie.

- irrigation traditionnelle une raie sur deux
- irrigation par tuyau perforé, un par raie, des orifices de 3 mm de diamètre étant distants sur le tuyau de 1 m. (technique Bas Rhône Languedoc).

L'irrigation localisée est distribuée par microtubule de 0,7 mm de diamètre intérieur. Dans les conditions expérimentales mises en oeuvre sur les deux années d'essai, le débit, compte tenu du maillage relatif de la culture et des capillaires (fig. 2), est égal à 2,4 mm/h.

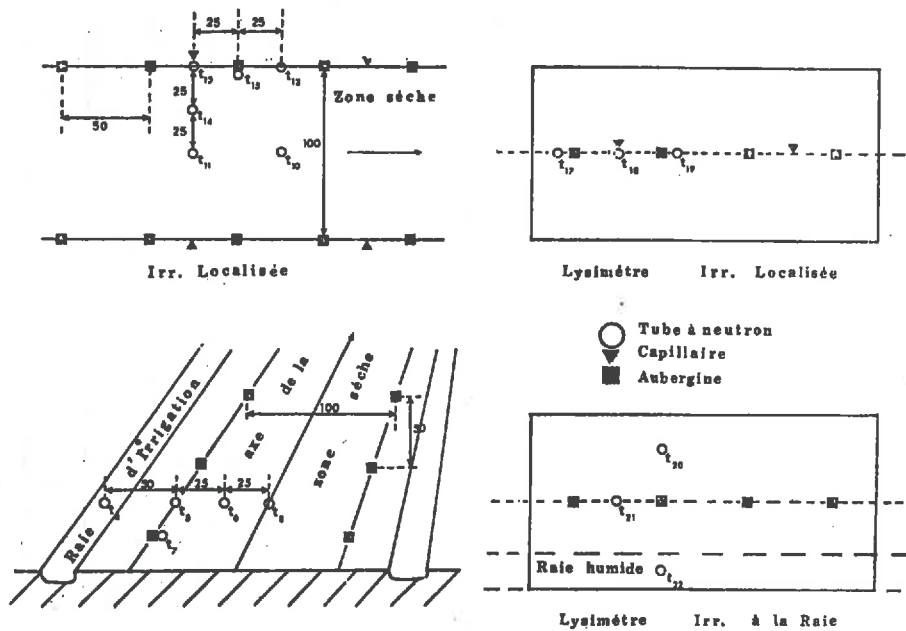


Fig. 2 - Dispositif expérimental

**Dose et fréquence:** Les doses d'eau, quelque soit le traitement appliqué en 1975, sont telles qu'elles compensent systématiquement les différences

ETP-P, mesuré tal. En sur les et 80% Le étant ( L' l'irriga cas un deuxiè maine

DO
FR
DE
MO
D'
FI

Fert des de dé un dai

ETP-P, P étant les précipitations et ETP l'évapotranspiration potentielle mesurée sur fétuque à partir d'un lysimètre jouxtant le champ expérimental. En 1976 des rationnements dans l'alimentation en eau sont appliqués sur les traitements goutte-à-goutte; on réalise ainsi des traitements 40, 60 et 80% (ETP-P), en parallèle avec le traitement 100% (ETP-P).

Le calcul de la dose est effectué journalièrement, la dose du jour étant déduite du déficit (ETP-P) du jour ( $n-1$ ).

L'irrigation localisée est appliquée à la culture tous les jours, le matin, l'irrigation à la raie étant apportée deux fois par semaine. Dans ce dernier cas une dose systématique de 25 mm est appliquée à la culture le jeudi, la deuxième irrigation effectuée le lundi corrigeant le déficit (ETP-P) de la semaine. L'ensemble des traitements est donné au tableau 2.

TABLEAU 2 - Modalités d'application de l'eau et des éléments fertilisants

DOSE	Irrigation à la raie	Irrigation goutte à goutte
	1975 D = ETP-P 1976 D = ETP-P	D = ETP-P D = 100, 80, 60, 40% (ETP-P)
FREQUENCE	2 fois par semaine	Tous les jours
DEBIT	—	2,4 mm/h
MODE D'APPORT	1975 Irrigation dans 1 raie sur 2 1976 Irrigation dans chaque raie	1 goutteur pour 2 plants
FERTILISATION	2 fois par mois	1975: pulsée pendant toute l'irrigation 1976: pulsée pendant les 40 premiers p. cent de l'irrigation

### Fertilisation

Les quantités d'éléments fertilisants apportées sont indépendantes des modalités de l'irrigation, elles ne sont déduites que des besoins connus de la culture.

En 1975 une fertilisation de fond, effectuée lors du labour ayant précédé la mise en place de la culture et comprenant 250 unités de  $P_2O_5$  et 300 unités de  $K_2O$ , est associée à une fertilisation en couverture effectuée pendant la culture et comprenant respectivement 440 et 300 unités d'azote et



de potasse. En 1976 la fertilisation, comprenant respectivement 440, 550 et 250 unités de N, K<sub>2</sub>O et P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, est uniquement réalisée pendant la culture.

Sous irrigation à la raie un apport d'engrais, sous forme solide, est effectué, dans la raie d'irrigation, deux fois par mois lors d'une application de 25 mm d'eau. Sous irrigation localisée les engrais sont injectés tous les jours dans l'eau d'irrigation. En 1976 les éléments nutritifs sont pulsés dans la fraction d'eau correspondante aux premiers 40% de la dose d'eau appliquée dans chaque traitement (Tableau 2).

### Mesures

- Les cinétiques d'humectation et de dessèchement du sol en fonction des divers traitements réalisés sont étudiées à partir de mesures neutroniques. La disposition relative des tubes de sondage par rapport aux plants et aux capillaires (fig. 2), associée à un pas vertical de mesure de 10 cm, a permis, dans chaque situation considérée et compte tenu d'une fréquence de mesure adaptée en fonction du traitement étudié, une prise optimale de l'information nécessaire à l'étude de la migration de l'eau dans le sol.

- Le présence de lysimètres inclus dans les parcelles expérimentales, irrigation à la raie et irrigation goutte-à-goutte 60 et 100% (ETP-P), a permis l'étude du drainage, la mesure des consommations respectives de la culture en fonction des traitements et le prélèvement des eaux de drainage afin d'analyses chimiques.

- Le microclimat au niveau de la culture est contrôlé par des mesures effectuées en continu avec sortie des valeurs moyennes à l'échelle horaire pour les trois paramètres suivants:

- la température de l'air à 5-25-50-75 et 100 cm.
- la température du sol à une profondeur de 10 cm.
- l'humidité de l'air à une hauteur de 50 cm.

- Les récoltes sont effectuées par traitement, la périodicité de ramassage étant, généralement de 1 semaine. Sont considérées les récoltes globales, les récoltes commercialisables et les écarts tant au niveau comptage que poids. Les parcelles élémentaires étant constituées de 6 rangs de 17 plants le contrôle des récoltes a porté sur les 4 rangées centrales soit 68 plants occupant une surface de 34 m<sup>2</sup>. L'essai était conduit sur 4 répétitions.

### 3. RESULTATS ET DISCUSSION

#### Circulation de l'eau:

*Sous irrigation à la raie* il y a propagation dans le sol d'un front d'humectation de forme parabolique, se déplaçant perpendiculairement au plan de la raie d'irrigation à partir d'une zone saturée sous l'apport d'eau. Cette zone a une épaisseur et une extension fonction de la dose d'eau apportée et de l'état structural de sol dans la raie l'irrigation. La fissuration due à

une dessiccation  
responsable  
approfondi  
mouillée c  
risée par:



Fig. 3

dire  
inter  
de 1

son  
zon  
dev  
(19  
for



une dessiccation plus ou moins importante entre deux irrigations est en effet responsable d'une pénétration primaire turbulente de l'eau dans le sol qui approfondie la zone saturée induite par l'irrigation à fort débit. La zone mouillée créée (fig. 3) dans le sol pour une irrigation de 25 mm est caractérisée par:

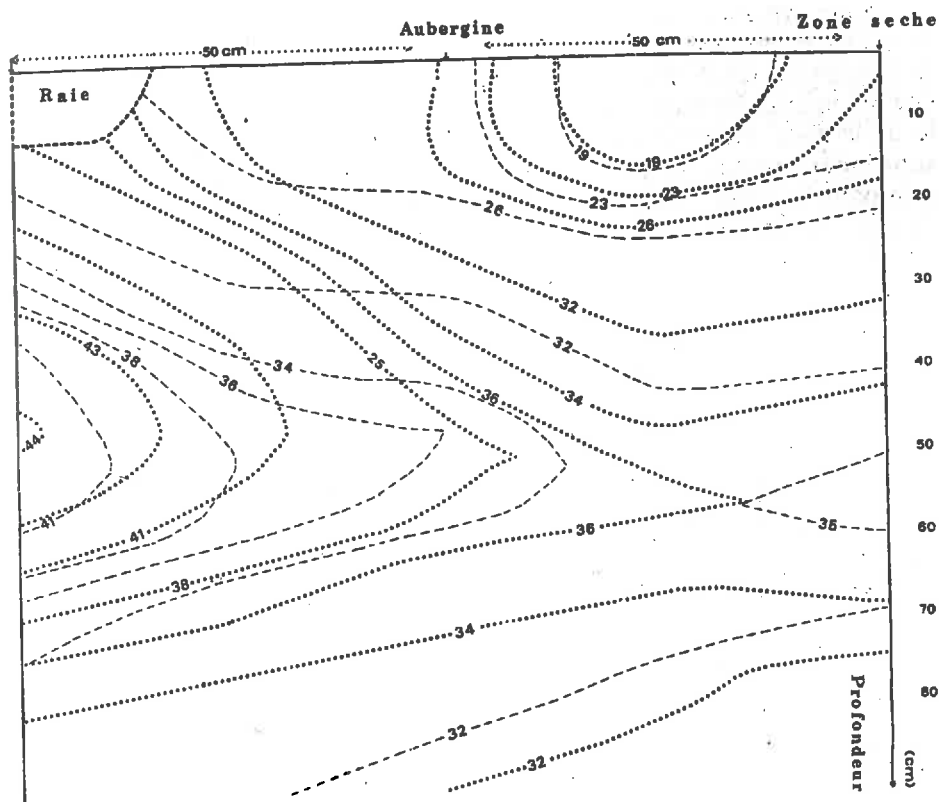


Fig. 3 - Distribution des humidités sous irrigation à la raie: 5 h (...), 92 h (- - -) après irr.

a) une zone saturée dont la base repose sur l'horizon - 50 cm, c'est-à-dire sur l'interface structural mis en évidence lors des profils de densité, interface sur lequel apparaît de plus la propagation horizontale maximale de l'eau.

b) par une zone humide de forme conique, dont les teneurs en eau sont égales ou supérieures à celle correspondante à la capacité au champ, zone qui atteint la verticale passant par l'axe de la zone sèche située entre deux raies d'irrigation dans le cas d'un apport d'eau toutes les deux raies (1975). Il y a donc recoupement en profondeur des zones mouillées avec fortes humidités.

c) par une zone d'humidification qui sous la plante intéresse les horizons 30-75 cm qui sont seuls réalimentés en eau par irrigation. Les horizons de surface 0-30 cm ne sont que peu ou pas atteints par le front d'humectation et présentent des teneurs en eau volumiques toujours inférieures à  $25 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ ; l'eau est donc dans le sol à un potentiel toujours élevé, dans les horizons de surface soumis à une irrigation à la raie.

*Sous irrigation localisée* il y a création dans le sol de zones mouillées dont l'extension est, pour le débit considéré sur le sol à une teneur en eau initiale au déclenchement de l'irrigation égale à celle déterminée à la capacité au champ, fonction de la dose d'eau apportée. La morphologie générale de la zone mouillée et les gradients de teneur en eau dans cette zone sont indépendants de la quantité d'eau apportée. Pour une irrigation de 6 mm dans le traitement 100% (ETP-P), irrigation moyenne pour la période de culture, la zone mouillée (fig. 4) est caractérisée par:

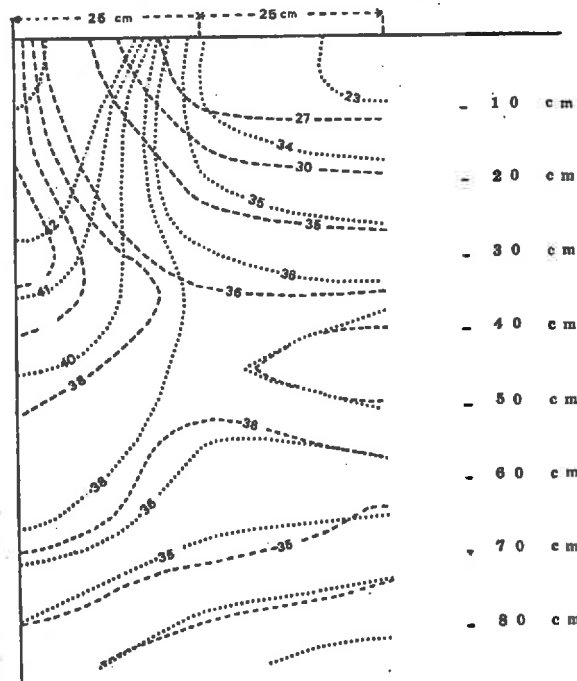


Fig. 4 - Distribution des humidités sous irrigation localisée (---) avant Irr. (...) après Irr.

- une symétrie axiale passant par l'axe du goutteur
- une zone saturée de faible dimension, 10 cm de profondeur sur 10 cm de diamètre en surface, zone située sous le goutteur.
- une zone de transmission, de forme générale tronconique, où les teneurs en eau évoluent de celle à saturation à celle à la capacité au

champ, et dans les h maximale i deur cette constamm Des perte: exister co: dants.

- ur profondes généralen

Les férents d: sentielle: sous la p mentatic dans cet sa fréqu

Lessiva

L'a pertes ( tion et fertilis:

TABLEA

1975
197

pert



champ, et ayant, dans le cas étudié, 60 cm de profondeur et 20 cm de rayon dans les horizons 0-35 cm. Cette zone présente une extension latérale maximale à -50 cm dans le plan de la discontinuité structurale. En profondeur cette zone de transmission repose sur des horizons de sol qui sont constamment à une teneur en eau égale à celle de la capacité au champ. Des pertes en eau par drainage à la base des «bulbes humides» peuvent exister comme cela a été mis en évidence dans les lysimètres correspondants.

— une zone d'humectation atteignant 40 cm de rayon sur 60 cm de profondeur où les teneurs en eau sont telles que le potentiel de l'eau est généralement inférieur à 1 bar dans toute la zone racinaire des plantes.

Les deux types d'irrigation étudiés conduisent donc à deux types différents de distribution de l'eau dans le sol. L'irrigation à la raie conduit essentiellement à une recharge des horizons intermédiaires 30-75 cm situés sous la plante. Inversement l'irrigation goutte-à-goutte conduit à une réalimentation en eau des horizons de surface 0-35 cm, l'eau étant maintenue dans cette zone à un potentiel faible; elle est donc de par sa distribution et sa fréquence d'apport très disponible pour la plante.

#### *Lessivage des nitrates*

L'analyse des eaux de drainage issues des lysimètres montre que les pertes en  $\text{NO}_3^-$  et le rythme de ces pertes sont fonction du type de l'irrigation et de la position de l'irrigation fertilisation dans la séquence irrigation-fertilisation (tableau 3):

TABLEAU 3 - Perte en nitrate selon le type de fertilisation et le mode d'irrigation appliqué à la culture

Type de l'irrigation et de la fertilisation		Perte en Nitrate en % de la quantité totale apportée
1975	Raie	20
	Irrig. localisée (ETP-P): apport sur toute l'irrigation	18
1976	Irrig. localisée (ETP-P): apport sur les 40 prem. % de l'irrigation	58
	Irrig. localisée 0,6 (ETP-p): apport sur les 40 premiers % de l'irrigation	21

a) sous irrigation à la raie tout apport est immédiatement suivi d'une perte importante d'éléments fertilisants par suite d'un fort drainage. Le



lessivage est donc discontinu, 20% de la quantité du nitrate apporté quitte la zone racinaire.

b) sous irrigation localisée l'importance du lessivage des nitrates est fonction de la durée relative de l'irrigation fertilisante et de l'irrigation totale. Les pertes en  $\text{NO}_3^-$  sont d'autant plus faibles que le rapport durée irrigation fertilisante/irrigation est grand. Dans le traitement 100% (ETP-P), 18% de la quantité totale de nitrate sont perdus par lessivage si les engrais sont pulsés pendant toute l'irrigation. La quantité perdue est égale à 58% de la quantité totale si les engrais sont pulsés pendant les 40 premiers pour cent de l'irrigation. Inversement pour un traitement 60% (ETP-P) la perte en  $\text{NO}_3^-$  n'est que de 21% de la quantité apportée.

*Extension des systèmes racinaires*

L'extension de la zone de fonctionnement pour l'eau des systèmes racinaires est étudiée par analyse neutronique des profils de dessèchement du sol après arrêt de l'irrigation et mulchage de la surface du sol. Dans ces conditions toute perte d'eau dans le sol est considérée comme le résultat d'une succion racinaire. Les enveloppes des systèmes racinaires des plantes, schématisées en fig. 5 ont pour limite la zone à plus fort gradient de dessiccation trouvée en cinétique de dessèchement. L'analyse des profils de dessèchement montre que:

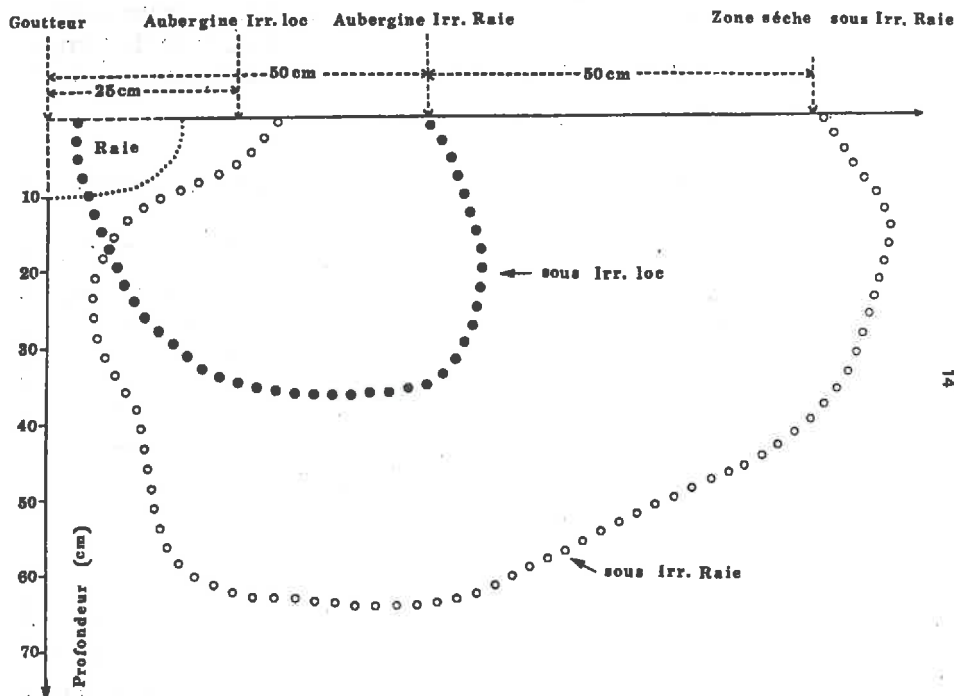


Fig. 5 - Zones de fonctionnement des systèmes racinaires.

a) so  
l'espace se  
téral sur 1  
la zone de  
35-65 cm

b) se  
nes est p  
du bulbe  
naire par  
se localis  
volumes  
le systèm  
sous irri

En  
de l'irrig  
de cette  
tion imj  
de l'alir

*Microcl*

L'  
plitude  
mente  
blir si  
quence  
ports  
ment  
tion le  
mat c

7  
basse  
surfa  
tre le  
l'ordi  
loppé

re, p  
méd  
être  
où le  
sont  
gres  
aéri

pra

a) *sous irrigation à la raie* le système racinaire est très développé dans l'espace sol, atteignant 65 cm de profondeur et ayant un développement latéral sur 1 mètre. Il est de plus quant à l'extraction de l'eau très actif dans la zone de sol située à proximité de la raie d'irrigation et dans les horizons 35-65 cm.

b) *sous irrigation goutte-à-goutte* la zone de fonctionnement des racines est peu profonde et limitée à 35 cm. Elle se développe dans et autour du bulbe humide selon un demi anneau. En profondeur le système racinaire paraît plus développé vers la zone sèche que vers la zone bulbaire où se localisent les teneurs en eau maximales trouvées. Une estimation des volumes de sol occupés par les racines montre que sous ce type d'irrigation le système racinaire exploite un volume de sol 4 à 7 fois moins grand que sous irrigation à la raie.

En culture annuelle, s'il y a simultanéité d'installation de la culture et de l'irrigation et si la fertilisation n'est pas limitante, quelque soit le sens de cette limitation, par défaut ou par excès, il semble y avoir une adaptation importante du développement des systèmes racinaires aux conditions de l'alimentation hydrique.

#### *Microclimat*

L'irrigation localisée aboutit à une modification du microclimat. L'amplitude des variations mises en évidence, bien que toujours faible, augmente avec le développement de la culture. Il est néanmoins difficile d'établir si les modifications observées sont dues à la localisation et à la fréquence des apports d'eau ou dues à la localisation et à la fréquence des apports d'eau ou dues à un comportement physiologique et à un développement végétatif différenciés de la culture. Quelle qu'en soit la cause, l'irrigation localisée tend à réduire davantage les contraintes exercées par le climat que l'irrigation à la raie.

*Température de l'air:* La température à 5 cm est régulièrement plus basse pour le traitement goutte-à-goutte par suite de l'humectation de la surface du sol qui limite l'échauffement de jour. L'écart de température entre les deux traitements, irrigation localisée et irrigation à la raie, qui est de l'ordre de 2° le jour et de 1° la nuit, s'accroît progressivement avec le développement de la culture pour atteindre 3° le jour au cours du mois d'Aout.

Pour les hauteurs supérieures l'écart est très faible en début de culture, période où l'influence du goutteur semble se limiter au voisinage immédiat de la tache d'humectation. Cet écart apparaît progressivement pour être aussi sensible à 100 cm qu'à 25 cm au cours des périodes de culture où les plants ayant un développement maximal les contraintes climatiques sont aussi les plus fortes. L'irrigation localisée semble donc induire progressivement un abaissement de la température de l'ensemble du milieu aérien en contact avec la culture.

*Humidité de l'air:* La tension de vapeur au niveau du feuillage (50 cm) pratiquement équivalente dans les deux traitements en début de période



de croissance, devient progressivement plus importante dans le cas de l'irrigation goutte-à-goutte (fig. 6). Il s'ensuit une évolution à peu près similaire pour l'humidité relative avec des écarts légèrement différents compte tenu de l'abaissement simultané de la température de l'air.

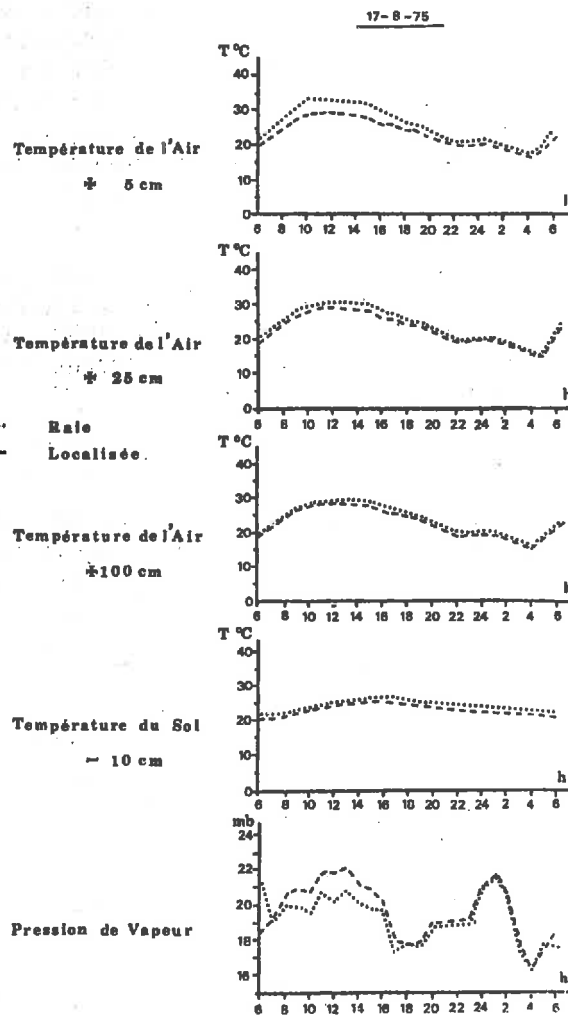


Fig. 6 - Effets microclimatiques.

**Température du sol:** Les mesures mettent en évidence une réduction de la température à l'intérieur de la zone mouillée par irrigation goutte-à-goutte, réduction stable, de 1, 5 à 2°, sur toute la période de mesure de nuit. De jour on note une montée plus rapide en température du sol, le matin, dans les traitements localisés, qui peut donc être temporairement

plus chaud. L'effet de l'irrigation est plus marqué au midi, par rapport à la nuit. Le microclimat mouillé dans les zones exercées par l'irrigation est favorable à la plantation et au développement de l'ensemble des cultures traitées.

#### Consommation

La consommation d'eau est analysée dans ce chapitre. On a mesuré la quantité d'eau consommée par les cultures traitées et les cultures témoins. Les consommations sont exprimées en mm. Les consommations sont plus élevées dans les cultures traitées que dans les cultures témoins.

- qu'il y a une évapotranspiration plus importante dans les cultures traitées que dans les cultures témoins.
- qu'il y a une transpiration plus importante dans les cultures traitées que dans les cultures témoins.

C'est l'effet de l'irrigation qui est responsable de cette consommation de 355 mm en plus par rapport au plein champ. On peut noter que ce surplus est négligeable et à faible échelle, car cela se traduit par une augmentation de la production globale.

#### Récoltes

Les rendements sont supérieurs dans les cultures traitées que dans les cultures témoins.

- le type de culture est plus adapté à la région que les autres cultures.



plus chaud. Cette montée en température est stoppée au déclenchement de l'irrigation, le sol devenant alors plus froid de 1 à 3° pour toute l'après-midi, par rapport à la température du sol sous irrigation à la raie (fig. 6).

Le microclimat est donc assez nettement modifié très près de la zone mouillée dans le cas de l'irrigation localisée. En réduisant les contraintes exercées par le climat, ce type d'irrigation paraît créer un milieu plus favorable à la plante, même si le déplacement créé paraît faible. L'effet rationnement de la dose d'eau en irrigation goutte-à-goutte n'accroît pas les contraintes climatiques au niveau de la culture.

#### *Consommation en eau*

La consommation en eau ou évapotranspiration est déterminée par analyse des bilans hydriques mesurés sur lysimètres. Elle est définie comme la différence entre la quantité d'eau apportée (pluies-irrigation) et la quantité d'eau perdue (drainage), les teneurs en eau du sol au moment des mesures étant révélées comme très voisines par profils neutroniques du sol. Les courbes cumulatives de l'ETP calculées et de l'ET en fonction du traitement sont schématisées en l'A 7. L'analyse des résultats montre:

a) que quel que soit le type de l'irrigation appliqué à la culture son évapotranspiration (ET) a globalement été toujours inférieur à l'évapotranspiration potentielle (ETP) mesurée sur fétuque.

b) que le niveau de ET est significativement différent en fonction du type de l'irrigation appliquée.

C'est ainsi qu'en 1975 pour une ETP mesurée de 510 mm, l'ET sous irrigation à la raie est égale à 445 mm et l'ET sous irrigation goutte-à-goutte de 355 mm. Bien que l'extrapolation de résultats obtenus sur lysimètres en plein champ, puisse introduire des incertitudes, ces résultats impliquent néanmoins une consommation en eau inférieure sous apport localisé et à fortiori une meilleure efficacité de l'eau consommée puisque, comme cela sera montré par la suite les rendements obtenus sont très significativement différents en fonction des types d'irrigation, en faveur de l'irrigation goutte-à-goutte.

#### *Récoltes*

Les rendements en fonction des critères de récolte fixés précédemment sont donnés pour 1975 et 1976 aux tableaux 5-6. L'analyse des résultats montre que:

A) en 1975 les rendements sont très significativement différents selon le type de l'irrigation appliqué à la culture. C'est ainsi que si sous irrigation à la raie le rendement à l'ha est de 32,3 tonnes, le rendement obtenu, tous les autres paramètres de culture étant par ailleurs identiques, sous irrigation localisée est de 43,5 tonnes, soit une augmentation de rendement de

TABLEAU 4 - Fruits commercialisables: rendements cumules en KG/M2 (1976)

Traitements	Dates de récoltes													
	23/6	30/6	7/7	13/7	19/7	28/7	4/8	11/8	18/8	25/8	1/9	8/9	20/9	
A = 100%	0.040	0.237	0.500	0.858	1.351	1.589	1.698	1.821	2.030	2.289	2.459	2.815	3.201	
B = 80%	0.023	0.227	0.426	0.756	1.210	1.588	1.778	1.944	2.219	2.514	3.027	3.490	4.096	
C = 60%	0.004	0.190	0.333	0.593	0.916	1.294	1.429	1.547	1.738	1.924	2.445	2.838	3.273	
D = 40%	0.015	0.155	0.254	0.489	0.670	0.919	1.067	1.234	1.475	1.663	2.008	2.431	2.648	
E = RAIE	0.010	0.199	0.306	0.503	0.736	0.989	1.120	1.149	1.354	1.587	2.010	2.447	2.798	

TABLEAU 5 - Irrigation localisée sur aubergine - Fruits non commercialisables: Rendements cumules en KG/M2 (1976)

Traitements	Dates de récoltes													
	23/6	30/6	7/7	13/7	19/7	28/7	4/8	11/8	18/8	25/8	1/9	8/9	20/9	
A = 100%	-	0.017	0.022	0.031	0.199	0.342	0.388	0.458	0.577	0.641	0.909	0.988	1.126	
B = 80%	-	0.003	0.022	0.034	0.133	0.222	0.255	0.347	0.431	0.497	0.539	0.562	0.678	
C = 60%	-	0.005	0.013	0.048	0.220	0.285	0.336	0.445	0.522	0.574	0.682	0.742	0.862	
D = 40%	-	0.010	0.032	0.062	0.236	0.351	0.420	0.459	0.555	0.658	0.785	0.859	0.944	
E = RAIE	-	0.002	0.026	0.036	0.182	0.257	0.294	0.459	0.595	0.744	0.788	0.852	0.938	



E = RAIE	-	0.002	0.026	0.036	0.182	0.257	0.294	0.459	0.595	0.744	0.788	0.852	0.938
----------	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

TABLEAU 6 - Rendements en Kg/m<sup>2</sup> en fonction des types de l'irrigation appliquée

Date	Irrigation Raie			Irrigation goutte à goutte		
	Rt Commercial	Ecart	Rt Total	Rt Commercial	Ecart	Total
29/7	0,175	0,000	0,175	0,226	0,00	0,226
13/8	0,585	0,086	0,671	0,812	0,092	0,904
2/9	0,873	0,167	1,040	1,198	0,194	1,392
17/9	1,115	0,270	1,385	1,502	0,325	1,827
TOTAL	2,748	0,523	3,271	3,738	0,611	4,349

Irrigation localisée sur aubergine - Etude de la récolte (1976)

Traitements	7 juillet			19 juillet			4 août			25 août			20 septembre		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
A = 100%	0.522	4.2	227	1.539	12.2	213	2.085	18.5	213	2.929	21.8	216	4.327	26.0	212
B = 80%	0.449	4.9	219	1.342	9.8	203	2.033	12.5	207	3.011	16.5	207	4.773	14.2	206
C = 60%	0.346	3.8	219	1.136	19.3	207	1.764	19.0	207	2.497	22.9	206	4.135	20.8	203
D = 40%	0.286	11.3	209	0.906	26.1	204	1.486	28.2	207	2.321	28.3	209	3.592	26.3	206
E = RAIE	0.331	7.8	218	0.917	19.8	210	1.413	32.5	207	2.331	31.9	199	3.735	25.1	194

a = rendement total cumulé en kg/m<sup>2</sup>  
b = pourcentage d'écart  
c = poids moyen du fruits en g.



34,7 p. cent. Les résultats montrent de plus que si l'irrigation localisée n'a pas apparemment en 1975 une action significative sur la qualité de la récolte, le pourcentage d'écarts au triage restant voisin pour deux traitements considérés, elle permet néanmoins l'obtention d'une récolte plus résistante à la conservation, les pertes en eau subies alors par les fruits étant plus faibles pour ceux obtenus en irrigation localisée.

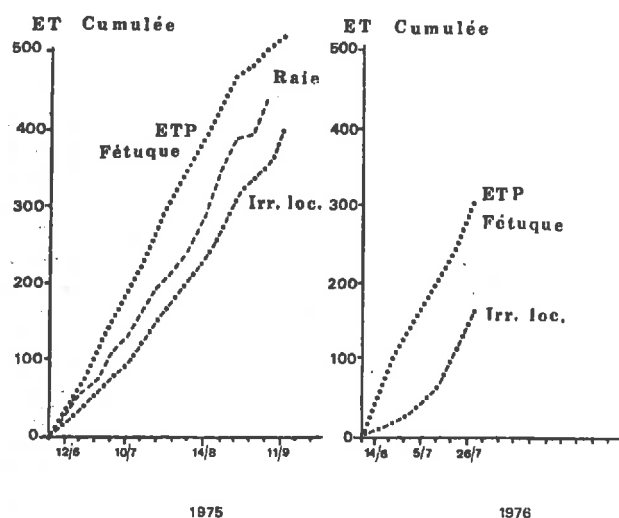


Fig. 7 - Evapotranspiration cumulée.

B) en 1976 les résultats ont permis une analyse des rendements globaux et partiels. Pour ces derniers l'on a introduit au niveau des récoltes un terme correctif tenant compte du taux de mortalité mesuré sous l'effet de la verticilliose, pour les récoltes faites à partir du 28 Juillet. Ce terme correctif (affectation à chaque plant manquant et pour chaque récolte du rendement moyen par plant) a contribué à réduire sensiblement le coefficient de variation. Cette analyse statistique est donnée au tableau 7. L'analyse de l'ensemble des résultats montre:

a) que le traitement irrigation localisée 100% (ETP-P) est en tête pour le rendement jusqu'au 28 juillet, pour être dépassé par la suite par le traitement 80% (ETP-P). L'écart relativement faible au niveau des récoltes totales est beaucoup plus important pour les rendements en fruits commercialisables (fig. 8).

b) que le traitement irrigation à la raie avec apport de 100 (ETP-P) se classe toujours en dernière position et sensiblement à égalité avec l'irrigation localisée 40% (ETP-P) où le manque d'eau pouvait être prévu.

c) que les traitements 100 et 80% (ETP-P) sont toujours différents de l'irrigation à la raie à un niveau de signification toujours élevé.

TABLEAU 7 - Analyse statistique des rendements partiels en fonction du type et de la dose d'irrigation

<i>7 juillet</i>		C. V. : 16%	Hautement significatif		
traitement		100% - 80%	60%	40%	Raie
classement	( 5% 1%	-----			
		-----			
<i>19 juillet</i>		C. V. : 13,7%	Hautement significatif		
traitement		100% 80%	60%	40%	Raie
classement	( 5% 1%	-----			
		-----			
<i>28 juillet</i>		C. V. : 15,1%	Significatif		
traitement		100% 80%	60%	40%	Raie
classement	5%	-----			
<i>4 août</i>		C. V. : 13,2%	significatif		
traitement		100% 80%	60%	40%	Raie
classement	5%	-----			
<i>25 août</i>		C. V. : 10%	significatif		
traitement		100% 80%	60%	40%	Raie
classement	5%	-----			

ne n'a  
récol-  
ments  
istan-  
t plus

glo-  
oltes  
effet  
erme  
e du  
oeffi-  
u 7.

tête  
ar le  
oltes  
com-

(P-P)  
irri-  
vu.

ents



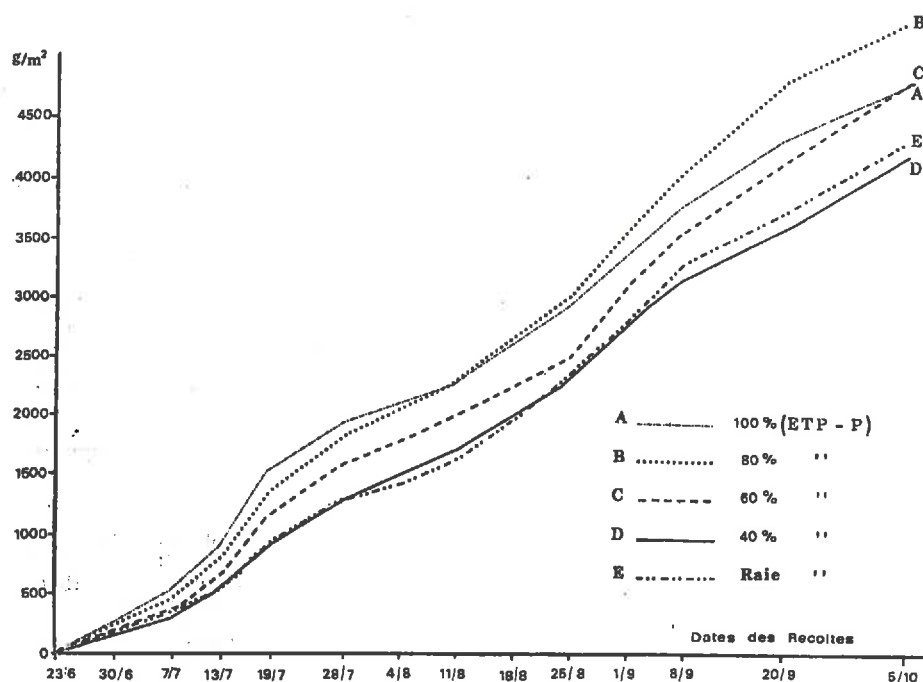


Fig. 8 - Rendements cumulés commercialisables

#### 4. CONCLUSION

Dans l'expérimentation menée sur deux années, les rendements en fruits ont toujours été significativement augmentés par application de l'eau dans un système d'irrigation goutte-à-goutte. Sous ce type d'apport d'eau la consommation hydrique des cultures est diminuée, les économies d'eau se réalisant principalement dans les premiers stades de la culture, donc avant que celle-ci ne soit une couverture totale pour le sol. Cette économie donc doit être due à une réduction sous irrigation localisée de la quantité de sol mouillée en surface. Pour les stades ultérieurs de la culture il est difficile de conclure à une réduction de l'ET quoiqu'il soit sur que l'irrigation localisée élève l'efficacité de l'eau évapotranspirée.

L'élément fréquence d'apport est de plus un élément déterminant de l'efficacité de l'eau d'irrigation, comme le montre la relation étroite existante entre la fréquence d'apport de l'eau dans le sol et la disponibilité de cette eau pour les racines, aussi bien en quantité qu'en continuité, notamment lorsque le système d'irrigation fertilisante induit des systèmes racinaires eux-mêmes étroitement localisés dans ou au contact de la zone humidifiée et fertilisée.

Sum  
physical  
furrow i  
tions, w  
product  
pour pr  
vings cl  
reductio  
trickle i  
it large  
control  
pillary  
tion ch  
at the i  
ture di  
tion, t  
supply  
tive, n  
system  
the cr  
relatic  
crop l  
signifi

**SUMMARY.** — Results are presented from a field experiment conducted to analyze the physical working peculiarities of the soil - plant - atmosphere system induced by trickle and furrow irrigation techniques. As far as microclimate is concerned the observed modifications, whose the amplitude increased with crop development, always tend to increase crop productivity in trickle system by lowering of maximum air temperature and reduction of vapour pressure deficit. As regard to water consumption trickle irrigation leads to water savings chiefly during the first stages of crop, before the soil cover is achieved, essentially by reduction of the wet fraction of soil surface. For the further stages it is difficult to assert that trickle irrigation would result in significant reduction of evapotranspiration but it is sure that it largely improves the efficiency of the evapotranspired water. Under conditions of controlled water supply, the movement of insaturating water in soil is a function of initial capillary potentials distribution. Then it is dependant upon medium's make-up and organization characteristics, initial moisture of soil and interactions between different layers, notably at the interfaces. The element frequency of water supply is the dominant one as to the moisture distribution and water availability in soil for the plant. Under localized fertilizing irrigation, the supplies of fertilizing elements must be lesser than under furrow irrigation; the supplying must be spread along the whole length of the irrigation period or, as an alternative, must take place at the end of irrigation so as to limit mineral losses by leaching. Root systems development and localization are closely related to the type of irrigation applied to the crops. The managing of irrigation, and notably the dose of water, must be modulated in relation with rainfall and the soil buffer effect on the resulting water reserve available to the crop in the soil-root bulk development. It must be noticed that trickle irrigation has led to a significantly higher yields and water efficiency than furrow application.